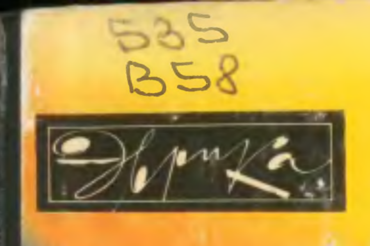




П. ВЛАСОВ

Беседы о рентгеновских лучах

П. ВЛАСОВ
Беседы о рентгеновских лучах

П. ВЛАСОВ

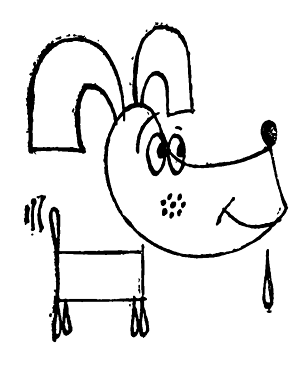


МОСКВА
«МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ»
1979

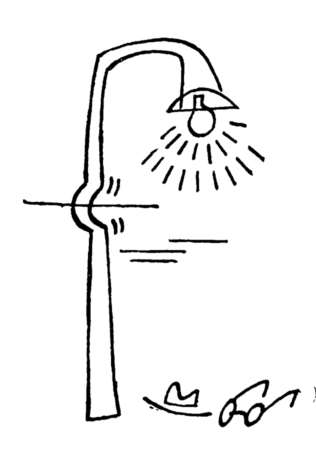
Издание второе

В $\frac{70302-017}{078(02)-79}$ 078—79. 4 111 000 000

ТАИНСТВЕННЫЕ НЕВИДИМКИ







— Кажется, вы хотите нам открыть Америку — представить добрых старых знакомых?

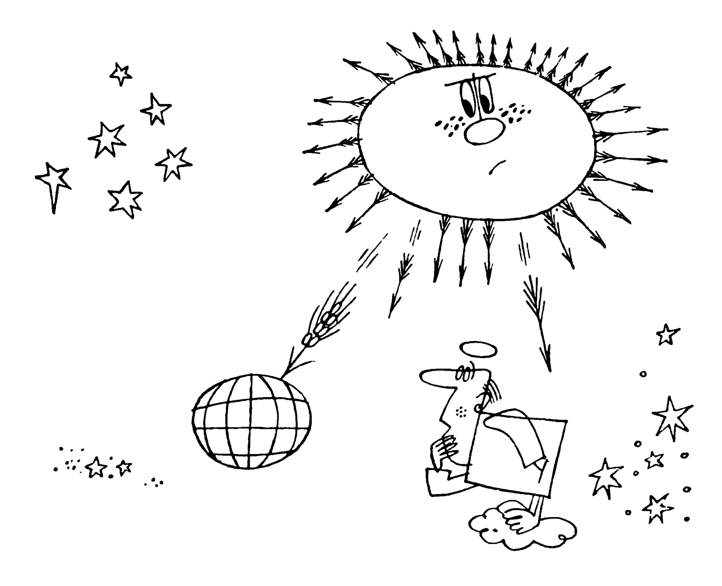
— Ну коли вы так уж осведомлены, то, очевидно, ответите без труда: давно ли и насколько часто имеете дело с рентгеновскими лучами?

— Уж не припомню, с каких пор! Как и большинство, с того дня, когда впервые очутился в поликлинике на рентгене.

— Вот для начала одно из заблуждений, которое полезно рассеять.

Понятие рентгенология означает отнюдь не все сферы знаний о рентгеновской радиации, а лишь те из них, которые относятся к медицине и ветеринарии. Загляните в Большую Советскую Энциклопедию — убедитесь сами. Обратите внимание: там десятки терминов, начинающихся на «рентген» (один из самых больших словников в БСЭ), а за ними множество областей науки и техники, огромный мир, от атомных частиц до звездных систем.

Между тем для большинства представления о рентгеновской радиации неразрывно связаны с ее применением в здравоохранении. Полюбопытствуйте у знакомых: где и когда человек сталкивается с ней? Многие



искренне удивятся: странный вопрос — в поликлиниках и больницах!

Это верно лишь отчасти. И уж совсем неправильно утверждение, будто рентгеновская радиация вошла в нашу жизнь только с того момента, как в 1895 году В. Рентген открыл знаменитые икс-лучи, названные впоследствии именем великого немецкого физика. Человечество сталкивается с ними на каждом шагу с тех пор, как появилось на свет.

А если предложить такой тест знатокам? Иной читатель усмехнется, а то и возмутится: ну, знаете ли, это все равно, что владеющего высшей математикой пытать, сколько будет дважды два. Говорят, однажды так и сделали, передав безукоризненно грамотному инженеру записку с формулой: $y=x^2$, $x=2$ $y=?$ Тот схватил, не задумываясь, логарифмическую линейку и, выполнив в два счета привычные операции, ответил: приблизительно четыре.

Поинтересуйтесь, скажем, у врача — специалиста по рентгеновским лучам: где находятся самые мощные их источники? Можно держать пари: тот начнет перебирать в уме наиболее крупные установки у себя в городе, в том или ином государстве. Не стоит ломать голову, эти генераторы вне Земли.

Один из них — Солнце. Его рентгеновская радиация настолько чудовищна, что способна в считанные секунды уничтожить все земные организмы, но... На наше счастье, она там «заперта», что называется, за семью замками. Чтобы пробиться из центральных областей к периферийным, ее микроскопическому сгустку — кванту — понадобятся миллионы лет, хотя летит он с максимально возможной скоростью — световой. Дело в том, что он бесчисленное множество раз поглощается и снова испускается частицами плазмы (электронами и т. п.), теряя постепенно первоначальные запасы энергии. И вот количество переходит в качество: он ослабевает в конце концов настолько, что на поверхность звезды просачивается как бы обессиленным.

Так жесткая радиация солнечных недр, а она там преимущественно рентгеновская, становится все более мягкой, превращаясь в ультрафиолетовую, видимую, инфракрасную. То есть из смертоносной в животворную. Это как благодатный дождь, рожденный губительным градом, когда льдинки, выпавшие из холодного об-

лачного чрева, тают в теплом воздухе. Впрочем, бывает, они достигают земной поверхности, не успев превратиться в безобидные капли.

Так или примерно так происходит и на Солнце с его рентгеновскими квантами. Какая-то их толика все-таки выбрасывается в окружающее пространство, особенно при вспышках. Впрочем, и спокойное светило излучает рентгеновскую жесткую радиацию. Она непрестанно генерируется в его раскаленной короне и обрушивается на Землю. Правда, практически полностью задерживается атмосферой.

Понятно, почему долго не удавалось обнаружить этот незримый водопад. Необходимо было вынести измерительную аппаратуру за плотные слои воздушного щита. Именно так в 1948 году чувствительные приборы, поднятые геофизической ракетой на высоту около 100 километров, впервые зарегистрировали рентгеновское излучение нашей дневной звезды.

Открытие не было неожиданным, так как предсказывалось заранее: при солнечных температурах (многие миллионы градусов) плазма непременно должна генерировать жесткую радиацию. Тем не менее уже сам экспериментальный факт, подтвердивший теоретический расчет, весьма примечателен, ибо ознаменовал собой первые шаги заатмосферной астрономии. Последующие ее находки имели революционное значение для науки.

Сразу же возник вопрос: можно ли обнаружить еще какие-нибудь небесные источники рентгеновской радиации? Казалось, что нет.

Судите сами. Допустим, что она испускается ближайшей к нам, похожей на Солнце, звездой — альфой Центавра, удаленной от нас на расстояние в 4,3 световых года. Поток квантов, разбегающийся во все стороны мириадами невидимых ручейков, достигает и Земли. Но при столь больших расстояниях от него за несколько лет пути остаются не то что еле заметные струйки — жалкие капли. По существу, считанные кванты на квадратный сантиметр детектора в час. Уловят ли их ракетные зонды, которые появляются в заатмосферном пространстве на несколько минут?

Трудности казались непреодолимыми. Тем не менее с ними справились. Это произошло уже в эру космонавтики, начавшуюся стартом первого спутника в 1957 го-

ду. Конечно, прежде чем решили столь непростую проблему, понадобилось многолетнее развитие новой техники.

В 1962 году ученые США попытались зафиксировать с помощью геофизической ракеты рентгеновское излучение, отбрасываемое Луной, но неудачно. Оно было выявлено советскими специалистами по данным «Луны-10» и «Луны-12», выведенных на селеноцентрические орбиты в 1966 году.

Однако и американский запуск 1962 года принес свои трофеи. На карте Галактики появился крохотный островок с таинственными невидимками. Он стал для науки островом сокровищ, первенцем огромного архипелага, обширнейшей «терра инкогнита» в небесах.

Это было «незапланированное» открытие, столь же неожиданное, как и то, которым прославил себя Колумб. Он ведь искал Индию, а нашел Америку.

Великие географические открытия недаром названы Великими. Трудно переоценить и даже перечислить все, что они принесли людям. А те, астрономические, о которых вы говорите?

— «Мир сразу сделался почти в десять раз больше... Внешнему и внутреннему взору человека открылся бесконечно более широкий горизонт». Вот что означали для людей Великие географические открытия, по словам Ф. Энгельса. Но разве нельзя охарактеризовать так и открытия новейшей астрофизики в эпоху покорения атома и космоса? За одно лишь последнее десятилетие они более чем вдвое расширили для нас границы наблюдаемой вселенной.

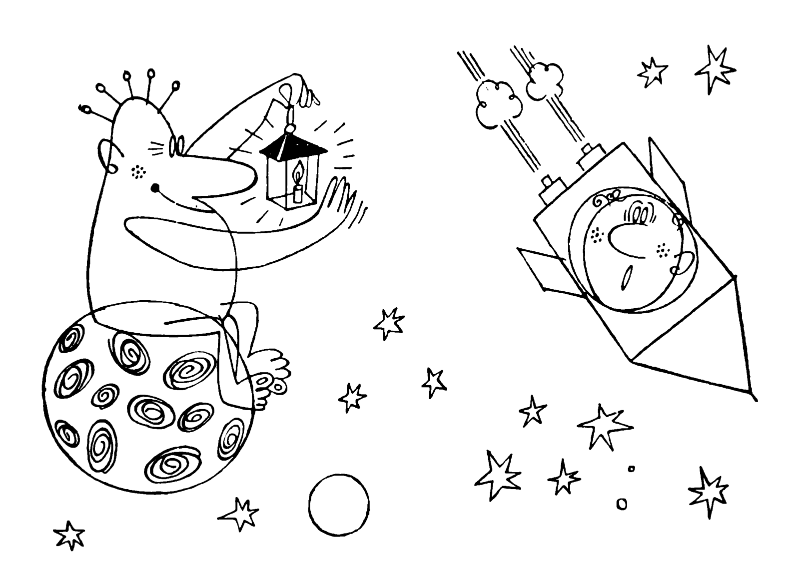
— Как? И на ту же доску вы ставите, по вашему же выражению, «жалкие капли» информации — редкие кванты небесных икс-лучей?

— Что ж, в них, как в капле — Солнце, отражается необъятный мир от атомных частиц до звездных систем.

Термин «космос», как и «атом», достался нам в наследство еще от античной эпохи. Но как изменились оба понятия древнегреческой натурфилософии: и «мир» и «неделимый»! Живя на той же земной тверди, которая остается для глаз плоской до самого горизонта, под тем же небосводом, который по-прежнему воспринимается поэтами как светозарный шатер, своим внутренним взором человек проник в недосягаемые, казалось бы, глубины микро- и мегамира.

Человек широко раздвинул границы наблюдаемой вселенной. В 1940-х годах выяснилось, что квант электромагнитного излучения, а он в секунду пролетает 300 тысяч километров, пересечет ее примерно за 7 миллиардов лет. Так думали до 1950 года. Потом выяснилось: ее диаметр превышает 25 миллиардов световых лет. В этих пределах насчитывается, возможно, около 100 миллиардов галактик, причем только в одной из них, нашей, — 150 миллиардов звезд.

«И не нужно думать, что мы исчерпали вселенную



до дна, — предупреждает известный популяризатор науки, ученый и фантаст А. Азимов в прекрасной книге «Вселенная. От плоской Земли до квазаров». — Последние 400 лет астрономия развивалась все нарастающими темпами, и пока еще нет никаких признаков замедления этого процесса. За последнюю четверть века человек узнал о вселенной больше, чем за всю свою предыдущую историю; что же ему предстоит узнать за следующие 25 лет? Нас, безусловно, ждут захватывающие открытия».

Сегодня при изучении вселенной особое и к тому же растущее значение приобретает именно рентгеновская и гамма-астрономия. Но последняя еще

в младенческом возрасте. А первая — уже в юношеском, притом оказалась прямо-таки вундеркиндом. Очень важно, что она позволяет исследовать космические объекты в экстремальных, крайних условиях. Например, при температурах в десятки и сотни миллионов градусов, при сверхмощных взрывах и тому подобных процессах, какие на Земле воспроизвести невозможно или необычайно трудно.

Свою родословную рентгеновская астрономия ведет, по существу, с 1962 года. Именно тогда мир услышал о сенсационном открытии, которое упоминалось как «незапланированное». Аппаратурой, которую подняла американская ракета на 225-километровую высоту, не был зарегистрирован вопреки ожиданию ни единый квант жесткой радиации от Луны. Зато был обнаружен неизвестный дотоле островок невидимок в Галактике. По названию «икс-лучи», употребляющемуся доныне во многих странах, и по своему местоположению в одном из зодиакальных созвездий он получил обозначение «Скорпион X-1».

Тогда же на карте галактики появился Телец X-1, тоже зодиакальный. Этот источник оказался не столь компактным. Напротив, «размазанным» по Крабовидной туманности, где он находится. Вскоре добавились другие: и диффузные и точечные. К 1977 году, к 20-летию космонавтики и 15-летию рентгеновской астрономии, их насчитывалось уже примерно двести. Полагают, что дальнейшие поиски увеличат это число до тысячи, если не больше. И все же рентгеновские звезды представляют довольно большую редкость. И в нашей Галактике и в Туманности Андромеды на миллиард обычных звезд приходится только одна рентгеновская.

Какова природа рентгеновского излучения звезд? На этот вопрос сегодня трудно ответить однозначно.

Есть основание полагать, что как рентгеновское, так и оптическое (видимое) излучение рентгеновских звезд представляет непрерывный спектр теплового излучения газа, разогретого до десятков миллионов градусов.

Первая из открытых на небосводе, рентгеновская звезда Скорпион X-1, долгое время оставалась самой яркой (десятки квантов на квадратный сантиметр в секунду). Вторым был Телец X-1 (несколько квантов на квадратный сантиметр в секунду). И вдруг в 1975 году

объявился новый чемпион. Рентгеновская светимость этого объекта, зарегистрированного в зодиакальном созвездии Единорога, за несколько дней возросла для земных наблюдателей в сотни раз, многократно превзойдя ту же величину у Скорпиона X-1. И стала в десятки тысяч раз больше, чем у самых слабых из дотоле известных небесных источников (один квант на квадратный сантиметр за тысячу секунд). У типичных, «средних», объектов тот же показатель близок к одному кванту за 10 секунд на каждый квадратный сантиметр счетчика, вынесенного в околоземное пространство.

Понятно, почему стремятся увеличить рабочую поверхность детектора, точность его ориентации и время пребывания за плотными слоями атмосферы. Ясно, что геофизические ракеты не могут предоставить здесь таких возможностей, как спутники, особенно специализированные.

Один из них — американский «Ухуру», запущенный в 1970 году, — действовал несколько лет. На борту были установлены два рентгеновских телескопа, с площадью датчиков 880 квадратных сантиметров каждый. Эти счетчики квантов, направленные в противоположные стороны, вращались вместе со спутником, прощупывая всю небесную сферу. К 1973 году благодаря «Ухуру» число известных икс-объектов возросло почти впятеро.

Так в 1970 году наметился новый этап их изучения. Продолжается переворот, который начался в послевоенный период в связи с бурным развитием техники, позволяющей принимать сигналы таинственных невидимок из космоса. Огромный объем принципиально новой информации, неузнаваемо изменившей наши представления о мироздании, позволили получить радиотелескопы — гигантские наземные чаши-антенны, прослушивающие небо в УКВ-диапазоне. А потом — заатмосферные счетчики квантов, поднимаемые на высотных аэростатах, геофизических ракетах, искусственных спутниках, космических кораблях, орбитальных станциях.

«Пожалуй, наиболее впечатляющими достижениями внеатмосферной астрономии были выдающиеся успехи рентгеновской астрономии», — считает член-корреспондент Академии наук СССР И. Шкловский. «Наиболее впечатляющими...» ...Не сказалась ли тут естественная

пристрастность астрофизика к милой его сердцу науке? Судите сами.

Если бы наши глаза каким-то волшебством обрели вдруг способность воспринимать рентгеновские лучи (и только их), то, очутившись за пределами атмосферы, скажем, на борту космического корабля, мы увидели бы поразительную картину. Большинство знакомых нам светил померкло или погасло вообще. Зато многие засияли бы ослепительнее Солнца. А некоторые мигали бы, притом по непонятной на первый взгляд причине (известно, что обычные звезды мерцают только для наземного наблюдателя: тот ведь смотрит на них через «дрожащую» воздушную кисею).

Внимательный наблюдатель заметил бы, что иные из них меняют свою яркость строго периодически, с точностью часового механизма. Например, Геркулес X-1 — раз в 1,2378 секунды, Центавр X-3 — раз в 4,84239 секунды... Откуда такая пунктуальность?

Можно подумать, будто нам сигнализируют таинственные «зеленые человечки», как полушутливо называют гипотетических представителей внеземных цивилизаций. Надо сказать, всполошились не только фантасты, когда были открыты пульсары — невидимые в обычный телескоп небесные «маяки», которые регулярно, нередко с удивительной правильностью через равные промежутки времени изменяют интенсивность своего излучения, радиоволнового или рентгеновского. Сердце екнуло даже у здравомыслящих ученых, подвергающих сомнению само существование инопланетного разума.

А что, если бы мы отправились к такому пульсару посмотреть вблизи, как действует естественный «хронометр»? «Если бы астронавт, скорее безрассудный, чем храбрый, отважился приблизиться к нейтронной звезде настолько, чтобы ее видимые размеры сравнялись с лунными на земных небесах, он был бы убит частицами высоких энергий, испепелен рентгеновскими лучами, разорван в клочья силами притяжения», — рисует воображаемую трагедию один из докладов, подготовленных Национальной академией наук США.

Спрашивается: при чем тут нейтронная звезда? Как полагают, именно она виновница смертоносного рентгеновского излучения, которое испускает Геркулес X-1 или Центавр X-3. Правда, действует она не в

одиночку, а вдвоем с напарником, подобным нашему Солнцу, только в несколько раз более крупным. Будучи сравнительно с ним карлицей, но зато сверхплотной и весьма массивной, она непрестанно перетягивает на себя вещество своего компаньона — раскаленного газообразного шара. На нее беспрерывно переливается целая река плазмы, притом с колоссальной скоростью (100 тысяч километров в секунду). При столь стремительном падении огненной Ниагары выделяется огромное количество лучистой энергии. Преимущественно в рентгеновском диапазоне.

Что касается мигания, то его объясняют, конечно же, не вмешательством неких «зеленых человечков», включающих-выключающих космический сверхфонарь, а просто-напросто вращением нейтронной звезды вокруг своей оси. Очень быстрым: у Геркулеса Х-1 — с периодом в 1,24 секунды, у Центавра Х-3 — 4,84 секунды. При каждом таком пируэте в том же темпе поворачивается и поток рентгеновской радиации, ибо источник ее испускает не равномерно во все стороны, а направленно, узким коническим пучком. Точь-в-точь как земной маяк с вращающимся прожектором.

Надо сказать, на эти быстрые пульсации интенсивности наложены медленные, плавно изменяющие ее за 1,7 суток у Геркулеса Х-1 и за 2,1 дня у Центавра Х-3. (Поясняющая аналогия: если гитару дернуть за струну и начать потом покачивать за гриф, то наряду с обычными звуковыми колебаниями, имеющими высокую частоту, мы услышим и наложенные на них дополнительные вибрации.) Этот эффект вызван тем, что двойная система вращается около общей промежуточной точки — центра обеих масс, причем источник незримой радиации периодически заслоняется от нас видимым светилом, как Солнце Луной во время затмения.

Читатель уже обратил внимание: рентгеновская звезда кружится, словно волчок, необычайно быстро. Почему же она не разрывается на куски чудовищными центробежными силами? Именно потому, что она нейтронная, необычайно плотная и сравнительно небольшая (10—20 километров в поперечнике).

За этим понятием — гордость теоретической мысли XX века. Нейтронные звезды были открыты сперва в кабинете, «на кончике пера», причем физиком, не астро-

номом. А уж потом, треть столетия спустя, — в небе, притом астрономией невидимого.

Возможность их существования первым предвосхитил советский физик Л. Ландау, впоследствии академик, лауреат Ленинской и Нобелевской премий. Свою идею он высказал сразу же после того, как был открыт нейтрон (1932 г.). Вслед за физикой, в 1934 году, сказала свое слово и астрономия: они могут возникать при вспышках сверхновых (о них речь впереди), — эту гипотезу выдвинули американские астрономы У. Бааде и Ф. Цвикки.

Что мы знаем о нейтронных звездах сегодня? Они образуются из обычных, когда у тех постепенно выгорает термоядерное топливо и нарушается равновесие между противоборствующими стихиями тепла и тяготения. Гравитационное сжатие, еще недавно сбалансированное термическим расширением, одолевает сопротивление конкурирующих сил, распирающих изнутри гигантскую, больше нашего Солнца, звезду.

И вот результат — коллапс (от латинского «падать»). За несколько секунд газообразный огненный шар превращается в твердое тело, поперечник которого примерно в 100 тысяч раз меньше первоначального. Катастрофа сопровождается вспышкой, при которой сбрасывается часть массы, в основном из поверхностных слоев. Но то, что остается, стремительно упаковывается в ничтожную долю прежнего объема. Плотность возрастает в миллиарды миллиардов раз.

Трудно представить подобные метаморфозы, тем более что они протекают мгновенно. Атомы стискиваются так, что не остается пустот между ядрами и электронными оболочками. Одни элементарные частицы вдавливаются в другие (скажем, электроны — в протоны с образованием нейтронов). Происходит нейтронизация вещества. Получается сгусток материи с фантастически жесткой корой километровой толщины. Он спрессован до невообразимой плотности, которая у него может оказаться больше, чем даже у атомного ядра.

Ядро диаметром 20 километров! Вот что такое рентгеновская звезда. Если бы случилось невозможное — наша планета каким-то чудом столь же быстро перешла в такое состояние, ее поперечник в мгновение ока уменьшился бы в 130 тысяч раз, до 100 метров. Одна ее чайная ложечка была бы тяжелее миллиарда тонн.

«Если бы я уронил такую ложку на пол, этот миллиард тонн пробил бы Землю насквозь, вылетел с другой стороны, вернулся бы обратно через ту же скважину и так качался бы подобно маятнику, пока не остановился бы в центре», — поясняет американский астроном Ф. Дрэйк, известный как автор знаменитого проекта ОЗМА, по которому в 1960 году начались первые серьезные поиски сигналов от внеземных цивилизаций.

— Да, по части воображения иные ученые мужи не уступят писателям-фантастам. Не потому ли, что не хватает достоверных сведений?

— А если наука и впрямь обгоняет фантастику? Кстати, о фантазии. «Напрасно думают, что она нужна только поэту. Это глупый предрассудок! Даже в математике она нужна... Фантазия есть качество величайшей ценности», — писал В. Ленин.

— В науке — да. Но в популяризации... Не лучше ли отбирать для непосвященных лишь самое достоверное, апробированное, без фантазерства? Факты и еще раз факты!

— Фактологическое изложение не пробуждает воображение, а усыпляет, загромождает память справочными данными, обилие которых создает иллюзию эрудированности.

«Быть может, эти электроны — миры, где пять материков, искусства, знанья, войны, троны и память сорока веков!» — писал В. Брюсов в 1922 году.

«Мир — рвался в опытах Кюри ато́мной, лопнувшею бомбой на электронные струи невоплощенной гекатомбой...» — писал А. Белый в 1921 году.

Оба автора были образованнейшими людьми своего времени, но прежде всего поэтами. Так что не будем касаться вопроса, как далеко могло увлечь того и другого воображение, насколько оторвалось оно от физической реальности. Нас интересует другое. Электроны — фикция или факт? Странный вопрос! Судя по приведенным цитатам, он был решен более полувека назад. И уж тем более наивно выглядело бы такое сомнение сегодня, когда электроника окружает нас всюду, даже в домашнем, а не только научном обиходе. Примеров великое множество: от электролампочек до квантовых генераторов, от телевизоров до электронных микроскопов, от транзисторов до электронно-вычислитель-

ных машин... А рентгеновская радиация — что порождает ее на земле и в небе? Те же электроны!

Между тем сама мысль о них воспринималась некогда как плод разыгравшегося воображения, фантазерства, не приставшего истинному ученому. Мягко выражаясь, как «недоказанная гипотеза, применяемая часто без достаточных оснований и без нужды». На том категорически настаивал не кто иной, как сам В. Рентген. Человек, который, как выразился один из его учеников и сотрудников, академик А. Иоффе, «больше, чем



кто-либо из современников способствовал созданию новой физики нашего столетия — физики элементарных процессов и электронных явлений».

Не признавая понятие «атом электричества», родившееся в 1897 году, первооткрыватель икс-лучей запрещал даже произносить в стенах Мюнхенского физического института это «пустое слово, не заполненное конкретным содержанием». Вето было снято лишь в 1907 году, после многолетней «борьбы за электрон», в которой участвовал и молодой А. Иоффе, смело вступавший в дискуссии с суровым мюнхенским профессором, лауреатом первой из Нобелевских премий, присуждаемых с 1901 года.

«Гипотез не измышляю», — мог бы повторить вслед за И. Ньютоном и В. Рентген, автор единственного серьезного научного предположения (оно, увы, оказалось неверным, но об этом речь впереди). Виртуоз экспериментаторского искусства, великий немецкий физик поклонялся Его Величеству Опыту. Факту, а не фикции (за каковую почитал и «безумную идею» — мысль об «атоме электричества»).

«Опыт без фантазии или воображение без проверки опытом может дать немногое», — считал другой великий физик, маг эксперимента и волшебник теории Э. Резерфорд. «Неистовый новозеландец» заявил это в 1923 году, когда В. Рентгена не стало. Но еще при жизни тот мог воочию убедиться, сколь плодотворны «безумные идеи», рожденные неистовой фантазией настоящего ученого.

В 1911 году появилась дерзкая «умозрительная конструкция» атома, созданная воображением Э. Резерфорда. Как известно, она представляла собой подобие солнечной системы: в центре — ядро, на периферии — электроны, вращающиеся по круговым орбитам, словно планеты около своей звезды. Символично, что в самом термине «планетарная модель» слились понятия микро- и мегамира, как бы олицетворяя единство начал вселенной, которое столь наглядно продемонстрировала нам астрофизика.

Схема потом уточнялась, пересматривалась, видоизменялась, но она сделала свое дело, послужив мощным импульсом для дальнейших поисков. Уже в 1913 году на этом фундаменте построил теорию атома датчанин Н. Бор. Великий физик, который не только не чурался самых фантастических гипотез, но и сам их высказывал и завещал нам такой подход к любой из них: «Вопрос в том, достаточно ли она безумна, чтобы быть правильной».

Период «штурм унд дранг» («буря и натиск»), начавшийся в физике еще при жизни В. Рентгена, ознаменовался фейерверком «безумных идей». Одна из них сформулирована в том же 1923 году французским ученым Л. де Бройлем, тогда еще молодым диссертантом. Принята она была, по свидетельству самого автора, «сначала с удивлением, к которому, несомненно, примешивалась какая-то доля скептицизма». «Идеи диссертанта, конечно, вздорны, — честно признавался его

научный руководитель П. Ланжевен, — но развиты с таким изяществом и блеском, что я принял диссертацию к защите».

Речь идет об общепризнанном ныне факте. О знаменитом дебройлевском дуализме, единстве противоположных на первый взгляд свойств — корпускулярности и волнообразности. Вроде бы и впрямь «две вещи несовместные», они тем не менее мирно сосуществуют рядом. Особенно заметно это парадоксальное сочетание в микромире.

За иллюстрациями ходить недалеко. Достаточно взять нынешние энциклопедии. В статьях о дифракции там нередко сопоставляют два очень похожих, хотя и весьма различных, снимка. На каждом — геометрически правильный узор из светлых и темных пятен, полученный на фотоэмульсии при просвечивании кристалла. В одном случае — пучков электронов, в другом — рентгеновских лучей.

Словом, мельчайшие крупицы материи могут вести себя подобно минимальным порциям энергии, корпускулы — подобно квантам, иначе говоря, вещество подобно радиации. И наоборот.

Сегодня это нечто само собой разумеющееся, а тогда установление такой двойственности произвело эффект разорвавшейся бомбы. То было «наиболее драматическое событие в современной микрофизике», как аттестовал его сам Л. де Бройль. Интересно, что к своей теоретической догадке он пришел, наблюдая за экспериментами с икс-лучами, которыми много лет подряд занимался его старший брат в парижской лаборатории. Есть ли тут связь с открытием В. Рентгена? Очевидно, самая прямая.

По формуле, выведенной Л. де Бройлем, получается: длины волн, которые приписываются электронам, примерно те же, что и у рентгеновской радиации. Как выяснилось, так оно и есть в действительности. Плод воображения, взращенный в кабинетной тиши, оказался надежным результатом науки, проверенным во многих лабораториях, вошел в золотой фонд физики.

То-то, верно, изумился бы мюнхенский гонитель электронов, узнав, что они дважды сродни таинственным невидимкам, которым он сам дал, так сказать, путевку в жизнь. Во-первых, как молочные братья: одни — частицы волны, другие — волны-частицы (при-

том с весьма близкой характеристикой, длиной волны). Во-вторых, как... отцы и дети. Да, именно «атомами электричества» порождаются икс-лучи и внутри рентгеновских трубок, и около рентгеновских звезд.

Впрочем, тогдашний «штурм унд дранг» с его фейерверком «безумных идей» мог потрясти кого угодно. «Современному физику порою кажется, что почва ускользает из-под ног и потеряна всякая опора, — свидетельствовал в 20-е годы С. Вавилов, будущий президент Академии наук СССР. — Головокружительное ощущение, испытываемое при этом, схоже с тем, которое пришлось пережить астроному-староверу времен Коперника, пытавшемуся постичь неподвижность движущегося небесного свода и Солнца. Но это неприятное ощущение обманчиво, почва тверда под ногами физика, потому что эта почва — факты».

Проницательная оценка! Она актуальна и сегодня.

И разве не поучительна для потомков психологическая драма В. Рентгена? В науке он был одним из великих революционеров, но и одним из великих староверов.

Известная «старомодность», или, если угодно, консервативность, взглядов, проявленная В. Рентгеном, была присуща, конечно, не только ему одному. Вспомнить хотя бы П. Ланжевена, его позицию в истории с дебройлевской диссертацией. Тот, однако, не наложил запрет на «еретическую» идею, причем еще более «безумную», «фантазерскую», чем та, которую подверг остракизму В. Рентген в своем институте.

Открыв икс-лучи, Рентген изучил их добросовестнейшим образом. Настолько тщательно, что после него долго, не один год, нечего было ни прибавить, ни убавить. Установил, например, что они не отклоняются ни в магнитном, ни в каком-либо ином поле. Проникают сквозь самую плотную твердь, а если задерживаются полностью, то разве лишь солидной свинцовой броней. И вдруг, представьте (нечто неслыханное): они могут отклоняться и, более того, удерживаться, как в ловушке, гравитационным полем!

Да полноте, как же так? Они ведь нечто невесомое! Добро бы речь шла о частицах. Скажем, об электроне, чья масса ничтожна (10^{-27} грамма), но все-таки она налицо. А у кванта ее вроде бы нет — чему ж тут притягиваться-то?

Обратимся к Его Величеству Опыту, пусть рассудит, что есть истина.

В 1917 году английский физик А. Эддингтон выдвинул оригинальное предложение, как проверить экспериментально общую теорию относительности А. Эйнштейна. Из нее следует, что световой луч, этот символ прямизны, не может не искривляться под действием тяготения. Скажем, скользя по касательной над поверхностью Земли, он должен отклониться от первоначального направления на 10 метров за секунду. Правда, за ту же секунду он пробежит 300 тысяч километров, и столь малое изменение практически не уловить. Иное дело, если он проходит вблизи Солнца, которое гораздо массивнее. Там изгиб в десятки раз больше. И может быть замечен с Земли. Как?

Очень просто: надо лишь сфотографировать одну и ту же звезду дважды — когда наше светило почти касается ее своим краем и когда оно далеко от нее. Конечно, ее не снимешь белым днем, в обычных условиях. Зато, когда Солнце закрыто от нас Луной, наступают сумерки, и звезды хорошо видны на небесах.

А. Эддингтон организовал экспедиции в районы полного затмения, которое наблюдалось 29 мая 1919 года, на остров Принчипе (Гвинейский залив) и в местечко Собраль (Бразилия). Не обошлось без приключений и незадач, но хорошо все, что хорошо кончается: теоретический вывод получил блестящее экспериментальное подтверждение.

Оказывается, можно видеть из-за угла! Гравитация изогнет лучи от загороженного источника и направит их нам в глаза. Очевидно, это относится и к незримой электромагнитной радиации: у нее ведь та же природа.

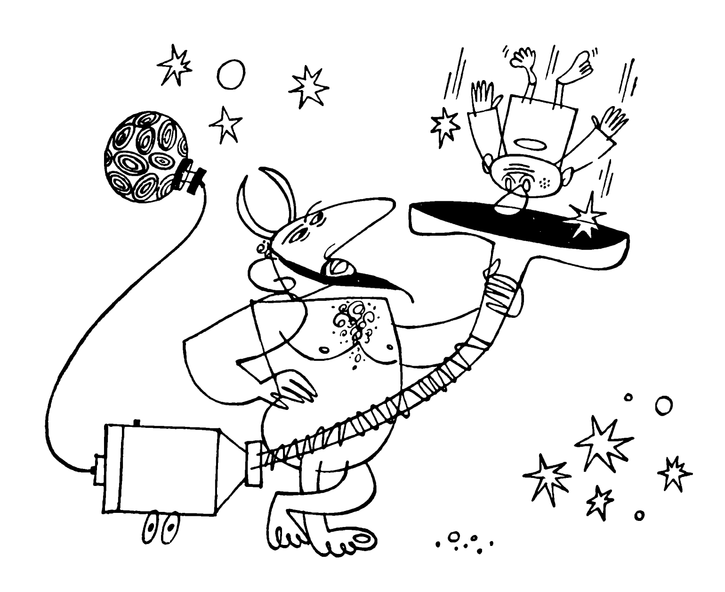
— Да, но одно дело свернуть с прямого пути и совсем другое — попасть в некую гравитационную ловушку, из которой вообще нет выхода. Может ли такое случиться с излучением, тем более столь жестким, всепроникающим, как рентгеновское?

— Представьте такую ситуацию: его узкий пучок настолько искривлен встречными звездами, что согнут, как говорится, в бараний рог. Можно ли вырваться из замкнутого круга? А теперь вообразите столь массивный икс-объект, что он не выпускает из своих гравитационных объятий ни единую крупицу материи. Если же

он пленил частицы (они же волны), то почему не может пленить и волны (они же частицы)?

Как сказал В. Маяковский, «ведь если звезды зажигают, значит, это кому-нибудь нужно»? Речь пойдет именно о них, с той лишь разницей, что их не только зажигают, но еще и гасят. Разумеется, в воображении, однако, на основе строгих выкладок, теоретических и экспериментальных.

Как ни поразительны дива дивные новейшей астрономии, о которых уже говорилось, в ее кунсткамере есть нечто подиковинней. Например, настоящий небесный монстр — «пожиратель вещества и излучения»,



один из самых экзотических феноменов большого космоса. Это знаменитая «черная дыра», вопрос о которой стал едва ли не центральным для астрофизиков, во всяком случае, «горячей точкой» их дискуссий.

Не исключено, что это в буквальном смысле слова горячая точка. Представьте: перед нами опять-таки результат гравитационного коллапса, но такого, который обходится без грандиозного космического фейерверка — взрыва, разбрасывающего огромные массы огненного газообразного шара на все четыре стороны. Гигантская, в несколько раз крупнее Солнца, звезда сохраняет свое

вещество при катаклизме целиком, и эффект сжатия оказывается еще более впечатляющим, хотя и не столь зрелищным. Она просто пропадает для внешних наблюдателей, превращаясь в точку горячую, но не светящуюся. Мгновенно «схлопывается», стиснутая со всех сторон чудовищным прессом собственного гравитационного поля. Материя конденсируется еще более плотным сгустком, чем даже в нейтронных звездах.

Никакое излучение, видимое или незримое, не может выйти из «черной дыры» никогда. Не только корпускулярные частицы, но даже электромагнитные кванты удерживаются там неимоверно мощным полем тяготения, похороненные, как в могиле.

И все же кое-какие сигналы из ее ближайшего окружения к нам доносятся. Дело в том, что она, подобно нейтронной звезде, образует двойную систему с крупным светилом и непрестанно заглатывает его плазму, которая обрушивается стремительным водопадом, раскаляясь до температур в десятки миллионов градусов. В тысячные доли секунды выделяется больше энергии, чем при одновременном взрыве 100 миллиардов мощнейших водородных бомб.

Как мы уже знаем, в таких условиях рождается рентгеновская радиация. Вот она-то и дает нам знать хотя бы о самом существовании такого коллапсара, этой поистине всепожирающей пасти.

Наиболее вероятный кандидат в «черные дыры» — Лебедь Х-1, удаленный от нас на 8 тысяч световых лет. Как он выглядит, если гипотеза правдоподобна? В точности никто сказать не может и не сможет, вероятно, никогда. Все же человеческая мысль устремляется «через не могу» за пределы доступного непосредственному изучению.

Считают, что это чрезвычайно гладкое тело. Оно не способно ни треснуть, ни расколоться на куски, ни потерять хотя бы крупицу своего вещества. Оно может лишь наращивать массу, равную 10 солнечным, и размеры (диаметр — около 3 километров). Плазма, которую оно засасывает, окружает его сияющей короной, но километрах в 30 от центра светимость пропадает, и под ярким ореолом зияет черное пространство. Там — «дорога с односторонним движением», «путь в никуда», где все «проваливается в тартарары»...

По оценкам академика Я. Зельдовича и И. Новико-

ва, в таких «дырах» уже нашли могилу десятки миллионов звезд, что соответствует 0,0001 массы нашей Галактики. Допускают, что эти «пожиратели светил» могут в конце концов поглотить все вещество вселенной, 99,99 процента которого сосредоточено именно в звездах.

Не способные члениться, дробиться, распыляться, «Гаргантюа небес» в состоянии сливаться с себе подобными. Где же предел такой концентрации?

Ответить помогает так называемое реликтовое излучение (от латинского «пережиток», «остаток»). Оно напоминает бутылку с запиской, которую вылавливают через десятилетия. Путешествуя по бескрайним просторам космического океана, оно доходит до нас с опозданием, рассказывая сегодня о делах давно минувших дней. О событиях тех далеких эпох, когда вселенная была совсем молоденькой, насчитывала миллионы лет, а не миллиарды. По этим и другим свидетельствам ученые могут представить ее детство. В возрасте около суток она была более горячей (100 миллионов градусов) и не столь разреженной (10^{-5} грамма на кубический сантиметр), как ныне. А раньше? Еще горячее, плотнее и меньше.

Допускают, что в первые мгновения своего существования она представляла собой каплю невообразимой плотности — 10^{91} грамма на кубический сантиметр, а это в 10^{90} раза больше, чем у ртути. Что касается размеров этой капли, то их малость и подавно невообразима: 10^{-12} сантиметра. Как у электрона!

На первый взгляд нам ничего не остается, как воскликнуть вслед за Алисой в «Стране чудес»: «Нельзя же верить в невозможное!» Но почему невозможное? В таких условиях известные нам законы физики едва ли применимы в той же мере, как при объяснении привычных для нас фактов.

Наука на грани фантастики? Скорее уж впереди фантастики, чем у ее порога. Как заметил советский астрофизик И. Шкловский, «железная звезда» из романа И. Ефремова «Туманность Андромеды» выглядит наивно рядом с вполне реальным светилом, очутившимся в «гравитационной могиле»...

Вполне реальным? Это ведь тоже воображаемая картина! Да, но она строго отражает физическую реальность. Ведь если звезды зажигают или гасят, зна-

чит, это не просто «кому-нибудь нужно», а с необходимостью следует из теоретических предпосылок и экспериментальных фактов, объединяемых в гипотетическую картину. В картину, которая непрестанно уточняется. В отличие от фантастики наука не переиздает свои сочинения стереотипно. Напротив, корректирует и даже перечеркивает их безжалостно, если они перестают соответствовать современному уровню знаний.

Так и в рентгеновской астрономии. Единичные кванты незримого излучения, собираемые заатмосферной аппаратурой, сливаются в нарастающий поток информации и о «черных дырах», и о прочих икс-объектах, которые сегодня рисуются дерзкими гипотезами, а завтра будут описываться строгими теориями. Понятно, почему с таким нетерпением ожидаются новые сведения: не ради сенсации, а ради информации, позволяющей сделать еще шаг-другой на пути от гипотезы к факту.

Многие из них получены, например, на советской орбитальной станции «Салют-4». Там неплохо поработали рентгеновские телескопы РТ-4 и «Филин». Первый регистрирует мягкую радиацию, которая ослабляется особенно заметно. Второй — и мягкую и жесткую в широком диапазоне, позволяя тщательно исследовать самые разные ее источники. Космонавтами изучались и Лебедь X-1, и Скорпион X-1, и другие объекты.

Идет планомерное кропотливое накопление данных. А тем временем специалисты думают, как поднять работу на качественно иной уровень.

Можно создать, например, на Луне обсерваторию с крупными рентгеновскими телескопами. Там им не будет мешать даже разреженная газовая среда, через которую движется космический аппарат на любой околоземной орбите, даже весьма высокой (верхняя атмосфера простирается на многие сотни километров над плотными воздушными слоями). Но особенно важно, что там нет радиационных поясов, подобных тем, которые образовались вокруг нашей планеты. В них ведь накапливаются заряженные частицы (электроны, протоны), поставляемые космическими лучами. А частицы нет-нет, да и заставляют срабатывать счетчики квантов.

Эксплуатировать на благо рентгеновской астрономии не только искусственные, но и естественный спутник Земли вполне реально. Достаточно вспомнить советские

луноходы. Первый же из них продемонстрировал высокую эффективность автоматики. Активно действовал на Луне многие месяцы, столь длительный срок пребывания для людей там пока еще просто немыслим.

Рентгеновские телескопы лунной обсерватории можно нацелить в любой пункт небесной сферы, чтобы затем удерживать в таком положении средствами автоматической наводки долгие часы и дни. Не проблема и получение информации, накапливаемой в запоминающих устройствах и передаваемой на Землю в сеансы телеметрической связи.

На «Луноходе-1», который успешно функционировал в Море Дождей с 17 ноября 1970 года по 4 октября 1971 года, был испытан счетчик-телескоп, созданный в ФИАНе (Физическом институте Академии наук СССР имени П. Лебедева). Первый опыт длительной эксплуатации такого прибора в суровых условиях Луны дал хорошую основу для дальнейшего совершенствования подобной аппаратуры.

Сегодня небесная рентгеновская радиация улавливается телескопами двух типов — счетчиковыми и зеркальными. Последние интересны тем, что используют ее малоизвестное неспециалистам свойство. Казалось бы, всепроникающая, она тем не менее способна практически полностью отражаться от очень гладкой металлической поверхности, когда падает на нее под малым углом, почти скользя по касательной. Тщательно отполированное зеркало напоминает сужающийся, имеющий параболическое сечение стакан без дна. Зеркало фокусирует невидимые лучи, направляя их концентрированным потоком на детектор. А тот регистрирует их в виде отдельных импульсов (например, разрядов, вызываемых ионизирующими квантами в специальной трубке, где создано электрическое поле высокого напряжения).

Как видно, зеркальный телескоп — одновременно и счетчиковый (не по названию, а по существу). Последний отличается от первого в принципе тем лишь, что не фокусирует незримую радиацию. И улавливает ее не через одно оконце, а сразу множеством «глазков», расположенных впритык, как ячейки сотов, на плоской платформе. Детектор тоже не один, а десятки.

У американского спутника «Ухуру» было, если помните, две такие обоймы, площадью 880 квадратных

сантиметров каждая. Зеркальный телескоп, разработанный в ФИАНе, имеет никелевый параболический отражатель диаметром 20 сантиметров. Недалек день, когда в заатмосферном пространстве появятся намного более крупные приборы обоих типов. Счетчиковые — площадью в несколько квадратных метров. Зеркальные — поперечником около метра и длиной 5—6 метров. Почему и те и другие?

Каждый имеет свои преимущества. Если мягкая радиация хорошо отражается от полированных металлических стенок, то жесткая все-таки проходит через них. Зато фокусирующее устройство имеет в десятки раз более высокую чувствительность, чем нефокусирующее. Концентрирование потоков позволяет гораздо точнее измерять положение на небе даже слабых источников. С другой стороны, нужны и обычные счетчики рентгеновских и гамма-квантов, установленные десятками, сотнями на больших панелях и способные охватывать всю панораму икс-объектов: четкость искупается масштабностью.

Укрупнение и усовершенствование этих инструментов помогут лучше решать главную проблему — надежнее определять координаты рентгеновских излучателей, всех вместе и каждого в отдельности, что особенно трудно делать, когда яркость мала. Удастся зафиксировать еще более удаленные от нас и потому кажущиеся слабыми икс-объекты. Диапазон наблюдаемой вселенной раздвинется для рентгеновской астрономии в десятки раз.

Впрочем, техника техникой, но даже самая совершенная автоматика не сведет на нет роль человека. И здесь нельзя недооценивать огромные возможности пилотируемых космических кораблей и прежде всего орбитальных станций. Они все шире будут использоваться в заатмосферных исследованиях.

Новая информация, полученная из заоблачных далей высотными аэростатами, геофизическими ракетами, искусственными спутниками и прочими летательными аппаратами, имеет колоссальное значение. Благодаря ей решаются все новые проблемы. Но и ставятся все новые. Зачастую она приносит больше вопросов, чем ответов.

— Вы хотите во что бы то ни стало удивить, заинтриговать читателя вашими любимыми икс-лучами. До-

пустим, вам удастся вызвать в ком-то любопытство к ним, ну и что? Оно может помешать деловитому, объективному подходу к этому действительно важному инструменту теории и практики. Настроить «будущего Колумба» на поиски чего-то сенсационного, тогда как наука — прежде всего будничная работа, а не романтическая «езда в незнаемое».

— Если заниматься ею без интереса, то, может, лучше вообще не заниматься? Да, в науке есть проза будней. Но и своя поэзия тоже! Увидеть это не помешает, а поможет «ценнейшее в жизни качество», как называл Р. Роллан «вечно юное любопытство, не утоленное годами и возрождающееся каждое утро».

«В двадцать второй день седьмой Луны первого года периода Ши-хо Янь Вей-тэ сказал:

— Простираюсь ниц: я наблюдал явление звезды-гостьи в созвездии Чуэнь-Куань. Она была слегка радужного цвета...»

Эта запись из китайской хроники относится к 1054 году.

«Первого шабана 396 года появилась необыкновенно большая звезда слева от Иракской Коблы. Она светилась подобно Луне и наблюдалась до 15 деци-када, когда погасла...»

Эта запись из арабской хроники относится к 1054 году.

«Появилась... Светилась... Погасла...» Мираж? Бредовое видение астролога? Нет, удивительный феномен замечен одновременно во многих уголках нашей планеты, за тридевять земель друг от друга. И запечатлен историческими документами самых разных народов. В частности, рядом японских и китайских летописей. Зарегистрирован и в научных трудах. Например, Ма Тун-линем в обсерватории Большого Дракона в Пекине.

Правда, только учеными Востока, не Запада. Но в XI веке Европа практически не имела своей астрономии.

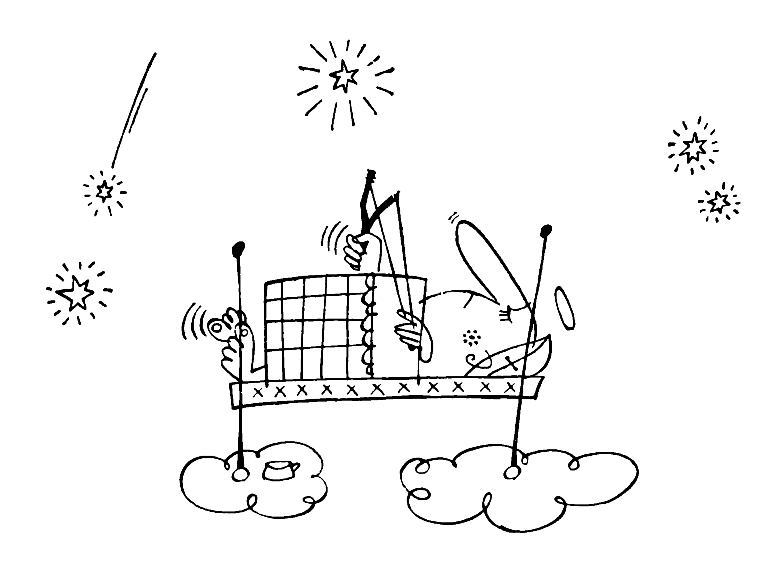
Новое светило, объявившееся тогда в созвездии Тельца, превосходило блеском Венеру, было видно даже днем. Засияв в июле, оно почти месяц оставалось третьим по яркости после Солнца и Луны. Потом померкло и через год-другой исчезло бесследно.

Бесследно? Но на том месте небосвода, которое довольно четко обозначено средневековыми наблюдателя-

ми, мерцает еле видимая светящаяся кисея, газовая туманность. Ее назвали Крабовидной.

Обнаружилось, что Краб едва заметно шевелится, как бы ползет, расплываясь вширь. В начале 40-х годов по скоростям этого расползания определили, что примерно 900 лет назад он представлял собой сгусток, сосредоточенный в очень малом объеме. Так было до XI—XII веков. До 1054 года?

Неужели отыскался след пропавшей гостьи? Действительно, почему бы не предположить, что именно



она оставила после себя газовый шлейф? Но как, почему? Дыма без огня не бывает, и, как бы в подтверждение пословицы, в век атома была выдвинута гипотеза: перед нами «дым и пепел термоядерного пожара», бушевавшего в космосе и закончившегося грандиозным взрывом.

Такое вполне возможно. По части фейерверков дело во вселенной поставлено на широкую ногу. Они устраиваются в каждой галактике десятками за год, почитай, раз-другой за неделю. Делается это обычно с размахом. Одно из 100—200 миллиардов ее солнц разгорается вдруг с невиданной силой, увеличивая свою светимость в десятки и сотни тысяч раз. Притом надол-

го: на недели и даже месяцы. Потеряв около 0,00001 своей массы, оно рано или поздно тускнеет, возвращаясь к тому же примерно состоянию, что и до взрыва. Наконец успокаивается на века, стабилизируясь как карликовое, не очень яркое, но горячее небесное создание, которое через сотни или тысячи лет может повторить свой пиротехнический аттракцион.

Если эту вспышку заметят земляне, они увидят невесть откуда взявшуюся блистательную незнакомку там, где раньше ее не было ни в одном атласе. Такие звезды-гостьи называются новыми. Наряду с ними появляются и сверхновые, которые выглядят несравненно эффектнее, ибо увеличивают свою светимость не в сотни тысяч, но в сотни миллионов раз за какие-нибудь сутки. А через две-три недели — в миллиард раз.

Миллиард солнц на месте одного! И опять-таки надолго: лишь через три месяца блеск спадает в 25—30 раз. На это «мероприятие» звезде приходится затрачивать гораздо больше средств: уже не 0,00001, а до 0,1 и даже 0,9 своей массы. В таких случаях небесному телу предоставляется уникальная возможность измениться неузнаваемо и даже пожертвовать собой ради невиданного зрелища. Здесь, правда, природа демонстрирует известную сдержанность, компенсируя размах события его редкостью: такое случается в каждой галактике не часто — несколько раз за тысячу лет.

Зато землянам может предстать фантастическая картина ночной феерии: светило ярче Луны. Даже днем оно хорошо различимо невооруженным глазом. А потом гаснет, оставляя после себя разбегающееся пылегазовое облако, рассеянное на миллиарды километров окрест (для сравнения: поперечник солнечной системы — 12 миллиардов километров).

Похоже, и впрямь Краб не что иное, как «прах» такой вот Сверхновой, вспыхнувшей в 1054 году. Это предположение стало общепризнанным еще полвека назад, когда узнали, что она наблюдалась в XI веке. Но одно дело «фантазерские» гипотезы, другое — строго научные теории.

Почему, например, Краб уникален? Отчего столь замечательного следа не оставили другие сверхновые, скажем, 1006, 1572, 1604 или 1667 года? Надо было вы-

яснить их природу, воссоздать биографию, которая не у всех одинакова.

Помогла новая астрономия, прежде всего радиоволновая, а затем рентгеновская. Она позволила обнаружить останки сверхновых, совершенно невидимые или плохо различимые в обычный телескоп (заслоненные, допустим, облаками межзвездной пыли и т. д.). До недавних пор скрывалась от наблюдателей, например, основная часть газа в подобных остатках: у него, как правило, чрезвычайно слабое излучение в оптическом диапазоне. Заатмосферные счетчики квантов жесткой радиации радикально изменили положение вещей.

Вернемся, однако, к Крабу. Действительно ли он «прах» той звезды, что столь ярко вспыхнула в 1054 году? Расследованием занимались многие. В 40-х годах оно увлекло астрофизика И. Шкловского, ныне члена-корреспондента Академии наук СССР. Подумать только: по останкам, развеянным в дальних космических далях, определить, что произошло с безымянной гостьей в небесах 900 лет назад... Впрочем, не 900, а 6400! Ибо в 1054 году сигнал о катастрофе, преодолев расстояние в 5500 световых лет, только-только докатился до Земли.

Право, такому сюжету могли бы позавидовать покойные А. Конан-Дойль и А. Кристи, ныне здравствующий Ж. Сименон и иже с ними. А ведь то была бы документальная повесть! Но перед ней побледнели бы многие выдумки, которыми восхищаются любители детективного жанра.

Если в 1604 году Сверхновой занимались такие корифеи, как И. Кеплер, в 1572-м — Т. Браге, то в 1054-м — звездочеты средневековья. «Гостья» XI века оказалась наименее изученной. И наиболее интересной.

И вот, словно заправский архивариус, листает и листает астрофизик И. Шкловский пожелтевшие страницы старинных изданий. Сопоставляет исторические свидетельства, проверяет, ищет в летописях все, что относится к волнующим его загадкам и догадкам. От исследований современных астрофизиков — к кабалистике древних астрологов и опять от средневековых документов — к формулам XX столетия.

Проходят годы, прежде чем картина становится более или менее ясной. Как же она выглядит сегодня, если забежать вперед?

Когда светило распылилось, его микрочастицы разлетелись во все стороны с колоссальными скоростями (10—20 тысяч километров в секунду). Протоны (положительно заряженные ядра водорода) сумели пробиться сквозь паутину магнитных силовых линий, опутавших туманность. И смешались с космическими лучами, которые заполняют вселенную.

А вот электроны, каждый из которых имеет куда меньшую массу (0,0005 протонной), не смогли вырваться на свободу. Их удержали цепкие клешни Краба, если можно назвать так его магнитные поля.

Однако, продолжая там свое движение по траектории, эти заряженные частицы не могут не испускать излучения. Притом сильного, ибо скорость (а значит, и энергия) у них весьма велика. Между тем белесая кисея туманности едва видна в обычный телескоп. Что ж, электромагнитные колебания, которые она генерирует, могут быть мощными совсем не в оптическом диапазоне. Тогда в каком же? Оказывается, у Краба они наиболее интенсивны в радиоволновом.

Проверить этот расчет экспериментально по просьбе И. Шкловского пытались еще в 1949 году сотрудники Крымской обсерватории. Но имевшийся у них тогда радиотелескоп мог «прослушивать» туманность, лишь когда она восходила над морем, а там ее закрывали горы... Все же радиоизлучение обнаружили. Это сделали австралийские ученые в том же 1949 году, подтвердив тем самым мысль, высказанную И. Шкловским годом раньше. Для них оно оказалось «неожиданно мощным».

Объяснил его происхождение И. Шкловский (1953 год). Помогла идея, сформулированная в 1950 году шведскими физиками Альвеном и Херлфсоном и независимо немецким астрофизиком Кипенхойером. Но тщательно разработана она была главным образом в СССР, прежде всего И. Шкловским. Это позволило довести ее до уровня отточенной теории. Если не вдаваться в подробности, то суть ее такова.

Сильная незримая радиация, испускаемая остатками Сверхновой, генерируется сверхбыстрыми и сверхэнергичными электронами, «простреливающими» магнитные поля. Эффект этот именуется синхротронным, по названию ускорителей, в которых протекает аналогичный процесс.

Ну а где же наши добрые старые знакомые? В 1963 году были зарегистрированы довольно интенсивные потоки рентгеновских лучей, которые исходят от Крабовидной туманности. Как ни удивительно, они той же природы, что и радиоволны Краба. Не тепловой, как в случае Солнца, нейтронных звезд или «черных дыр» с их колоссальными температурами, а именно синхротронной, обусловленной торможением быстрых электронов магнитными полями. Таково же, кстати, происхождение и слабого видимого свечения этой туманности.

В 1968—1969 годах выяснилось, что в Крабовидной туманности упрятан самый замечательный из всех известных пульсаров. В отличие от всех остальных он тройной: и рентгеновский, и радиоволновой, и оптический. Мигает 30 раз в секунду, притом синхронно во всех диапазонах.

В 1967 году мир узнал о великом астрономическом открытии XX века — открытии пульсаров. К 1976 году на карте неба их насчитывалось уже почти двести (из десятков тысяч, которые, вероятно, существуют в галактике). Они, главным образом, радиоволновые (практически все). И в ничтожном меньшинстве — рентгеновские (например, уже упоминавшиеся Геркулес Х-1, Центавр Х-3). Последние, как мы знаем, являют собой системы, вызывающие ассоциацию с каруселью, на которой вихрем кружатся рыхлый Гулливер и сверхплотный лилипут.

Вспомним, что представляет собой малютка в такой паре. Это нейтронная звезда. А теперь вообразите, что она одинока и вращается сама по себе, подобно волчку, вокруг собственной оси. Перед нами модель радиопульсара. Полный оборот он совершает гораздо быстрее, чем наша планета, — не за сутки и даже не за минуты. Иной — за 3,75 секунды (максимум), иной — за 0,033 секунды (минимум). И соответственно с той же периодичностью «мигает».

Разумеется, так лишь кажется тем, кто его наблюдает с Земли. Ибо сам пульсар, конечно, ничего не включает и не выключает, а только поворачивает, как маяк, свой прожекторный луч. Отсюда ясно: если такой источник существует в природе, скажем, в недрах туманности, оставленной той или иной Сверхновой, это еще не значит, что он непременно даст о себе знать зем-

лянам. Его собранная в пучок радиация может пробегать мимо, не задевая нашу планету. Понятно и другое: трудно переоценить роль космонавтики, открывшей перед учеными возможность забрасывать зонды с телескопами в далекие уголки вселенной.

Тройной «маяк» Крабовидной туманности виден, к счастью, хорошо. Полагают, что это сверхплотное шарообразное тело диаметром около 10 километров, оставшееся от Сверхновой 1054 года в результате коллапса. Оно вращается с рекордной частотой — 30 раз в секунду. И с той же периодичностью — 1/30, точнее 0,033 секунды, — на Земле отмечаются всплески рентгеновского, видимого, радиоволнового излучения, синхронные во всех трех диапазонах.

Но вот что любопытно. Если пульсар столь компактен, то и наблюдаться должен в виде крохотной мерцающей звездочки. Между тем рентгеновский объект Телец X-1, отождествленный с Крабом, как, впрочем, и радиоволновой (Телец А), — отнюдь не точечный, а диффузный, «размазанный» расплывающимся пятном. Откуда это несоответствие?

Объяснение тут такое. Именно пульсар заставляет туманность светиться во всех трех упомянутых диапазонах. Ибо непрестанно впрыскивает в нее электроны, а те, как мы убедились, дают синхротронное излучение. Делится он с ней и своим магнитным полем. Не будь этой «подкачки», Краб потух бы через сотню лет после вспышки Сверхновой. Между тем его мерцающая кисея наблюдается вот уже многие века. Расползается она опять-таки не без содействия непрерывно вливающихся в нее заряженных частиц и магнитных сил, распирающих ее изнутри.

Вот и получается, будто умершая звезда оставила после себя не только «прах», но и свое «сердце», которое не просто пульсирует, но поддерживает жизнь Краба, вливая в него «свежую кровь», помогая ему «ползти».

Картина, как видно, иная, чем в случае Геркулеса X-1 или Центавра X-3. Там сверхплотный лилипут «обирает» рыхлого Гулливера, оттягивая на себя плазму газообразного раскаленного партнера. Особенно ненасытна «черная дыра» Лебедя X-1. Как бы то ни было, там и тут рождается рентгеновская радиация. У осталь-

ных ее небесных генераторов тоже, как правило, преобладает один из этих двух механизмов: либо тепловой, либо синхротронный.

Если вспомнить, что открытие пульсаров считают едва ли не величайшим в современной астрономии, то можно представить, как была воспринята весть о самом удивительном из них — тройном. Ошеломляющая новость! «Я никогда не забуду своего ощущения, когда узнал об этом, — признается профессор И. Шкловский. — И вот, пожалуйста: в дополнение ко всем связанным с этой туманностью «чудесам» там находится пульсар, да еще какой!»

Сенсация вызвала кипение страстей, и ученый вспоминает, как сам затеял спор с авторами открытия, двумя американцами. Оба уверяли, что внутри Краба — два пульсара. «Вот это уже не лезло ни в какие ворота! — темпераментно рассказывает И. Шкловский в своей книге «Звезды: их рождение, жизнь и смерть». — Как раз в это время я был в США и, помню, заключил пари с американскими коллегами. Я утверждал, что в Крабовидной туманности может быть только один пульсар, а они, посмеиваясь и указывая на записи импульсов, говорили: два! Ставка была «принципиальная»: один доллар против одного рубля».

Как выяснилось, второй «маяк» и впрямь действует, причем с рекордно длинным периодом (3,75 секунды), но не внутри туманности, а вне ее. И вообще не связан с ней генетически, как первый, с рекордно коротким периодом (0,033 секунды). «Мне кажется, — заключает с улыбкой советский астрофизик, — я имею все основания считать, что пари выиграно мною, хотя пульсаров оказалось все-таки два. Я не потерял надежды получить свой доллар, который, правда, с тех пор успел подешеветь почти на 30 процентов».

От Краба продолжают ждать новых сюрпризов. Сколько раз подтверждал он свою репутацию едва ли ли не самого замечательного небесного объекта!

— Академик Л. Арцимович как-то пошутил: «Наука есть лучший современный способ удовлетворять любопытство отдельных лиц за счет государства». Нельзя забывать, что и драгоценная информация — штука дорогостоящая. Если же рентгеновская астрономия увлекательна, то не увлекает ли она слишком далеко от греш-

ной земли? Пусть она полезна для теории. А для практики?

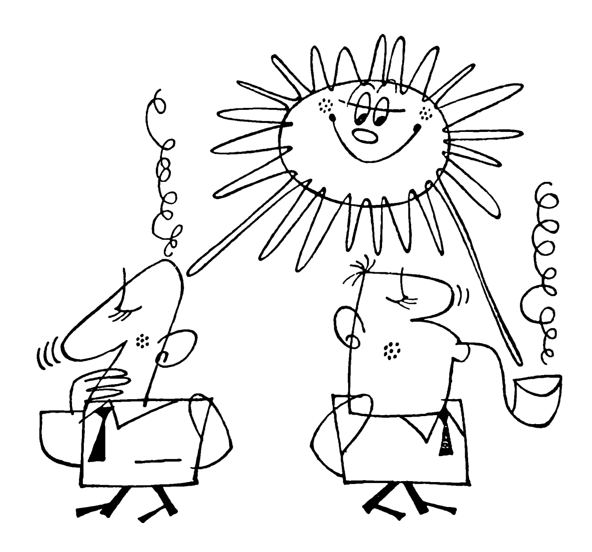
— Фундаментальная наука в отличие от прикладной не ставит перед собой задачу вносить сиюминутный вклад в народное хозяйство. Но недаром говорят: нет ничего практичней хорошей теории. Она может быть поистине революционной для техники.

— То ли будет, то ли нет... Не лучше ли синица в руках, чем журавль в облаках? Или Лебедь Х-1 вместе с Крабом и иже с ними...

— «А какое будущее ожидает вашего ребенка»? Так вопросом на вопрос ответил М. Фарадей, когда у него поинтересовались перспективами его «абстрактного» открытия, которое впоследствии дало жизнь электрогенераторам и электромоторам.

...Многие десятки и сотни миллионов лет назад, когда на Земле и духу человеческого не было, нашу планету населяли гигантские пресмыкающиеся. Иные были высотой с 3—5-этажный дом, длиной в десятки метров. Тонны стальных мышц, закованные в бронеподобную шкуру; страшные челюсти, способные сокрушать древесные стволы; могучий хвост, наносящий жертве смертоносные удары...

Все это делало ящеров властелинами фауны, а обилие растительной и животной пищи среди роскошной



зелени в теплом климате обещало им безбедное существование. Тем не менее колоссы мезозойской эры вымерли повсеместно примерно 70 миллионов лет назад. Почему?

Гипотез немало. Одна из них связана с влиянием небесных таинственных невидимок.

В 1957 году И. Шкловский и В. Красовский высказали предположение, что гибель огромных рептилий вызвана стойким увеличением интенсивности космических лучей. Вероятно, десятикратным и даже стократным. Это вполне могло произойти, если где-то неподалеку от солнечной системы вспыхнула Сверхновая. Радиация — как корпускулярная, так и волновая (в частности, рентгеновская) — губительно повлияла на наследственность звероящеров, что и привело к искоренению их рода.

«Проверкой этой гипотезы было бы палеонтологическое доказательство того, что рептилии вымерли на Земле повсеместно за время, не превышающее нескольких десятков тысячелетий», — пишет И. Шкловский в книге «Вселенная. Жизнь. Разум».

Так наводятся мосты от небесных к земным делам. Правда, проблема все еще кажется «оторванной от жизни». Но задумаемся над такой фантазерской идеей: а что, если Солнце вспыхнет, как Сверхновая? Будет, прямо скажем, жарко: все планеты тотчас испарятся. Кроме разве лишь столь далеких, как Юпитер, Сатурн. Впрочем, и эта надежда проблематична.

Перед нами вопрос, который уже самой постановкой своей направлен против скептицизма: а зачем человеку звезды, нужны ли они в хозяйстве? Ответить позволяет именно «абстрактное теоретизирование» — учение об их эволюции, свой вклад в которое продолжает вносить и рентгеновская астрономия.

Вероятно, каждый небесный икс-объект рожден Сверхновой, вспыхнувшей очень давно, может быть, миллионы лет назад. Но каждый имеет свою биографию. Почему один оказался «черной дырой», другой — нейтронной звездой? Может ли наше Солнце стать таким вот рентгеновским излучателем?

Сегодня светимость Солнца гораздо больше первоначальной. Она будет расти и впредь. Вместе с его размерами. Со временем наше дневное светило из желтого

карлика станет красным гигантом с радиусом, который в десятки раз больше нынешнего. «Распухнет» настолько, что, быть может, даже заполнит собой орбиту Меркурия, как бы подпоясавшись ею. Вопрос о судьбах этой мертвой планеты, пожалуй, и впрямь не назовешь жизненно важным. «А любопытно, черт возьми, что будет после нас с людьми, что станется потом?» — вопрошал Н. Асеев, и это не праздное любопытство.

Светимость Солнца увеличится в сотни раз. Намного ощутимей окажется и его рентгеновская радиация. По крайней мере, для астронавтов, для бесчисленных обитателей «эфирных поселений» в обжитом космосе. А что на Земле? Возможны временные трудности, которые будут длиться миллионолетиями. Средняя температура поднимется на сотни градусов. Океаны закипят. Пары воды затянут небо тучами, сплошной облачной пеленой. Зато глазам лунного наблюдателя лик Земли предстанет еще более прекрасным, чем сегодня, словно закутанным в белый пуховый платок.

Что потом? Рано или поздно Солнце из красного гиганта станет белым карликом — маленькой звездой гораздо большей плотности и куда меньшей светимости, чем ныне. Процедура такова: оно сбросит наружные оболочки, и от него останется лишь внутреннее ядро. Его излучение, включая рентгеновское, станет несравненно слабее. Прежние неприятности снимет как рукой. Метеопрогноз на будущее: «прохладнее», хотя и «солнечнее». Да, водяные пары в атмосфере сконденсируются, плотная завеса облаков рассеется; на обе макушки планеты снова надвинутся белоснежные шапки, затем замерзнут океаны, и материки окажутся под ледниковым панцирем. Белое безмолвие всюду будет оживляться жутким воем обжигающего морозного ветра, а мрачное однообразие снежной пустыни от полюсов до экватора — огненными всплесками вулканических извержений...

В конце концов Солнце совсем остынет и погаснет, став из белого карлика черным. Мертвым небесным телом скромных габаритов (размерами меньше Земли), но зато солидной плотности (в миллионы раз больше, чем у воды).

Нарисованная картина при всей своей яркости, разумеется, гипотетична. Если же она правдоподобна, то

нельзя забывать, что не так страшен черт, как его малюют. У человечества в запасе миллиарды лет.

Какими бы ни были эти космогонические этюды, они хороши уже тем, что дали нам приближенное представление об эволюции звезд, подобных Солнцу. И теперь нам легче понять ответ астрофизиков на вопрос: может ли оно вспыхнуть, как Сверхновая?

Нет. Почти наверняка. Почему?

Если звезда имеет ядро, первоначальная масса которого меньше 1,2 солнечной, то, пережив относительно недолгое состояние красного гиганта, она спокойно превращается в белого карлика (а затем, по охлаждении, в черного). Спокойно потому, что ядро освобождается от оболочек медленно, без особых эксцессов. Лишь при массе от 1,2 до 2,4 солнечной, наружные слои будут отбрасываться быстро, бурно, взрывообразно, а сама звезда стремительно сожмется в результате гравитационного коллапса, став нейтронной. Наконец, при значениях массы от 2,4—3 солнечных и выше после катастрофы возникает «черная дыра».

Источниками смертоносной рентгеновской радиации служат «черные дыры» и нейтронные звезды, но не белые карлики. Разумеется, губительна она для тех, кто оказался поблизости от ее источника.

Итак, солнечная система гарантирована от многих неприятностей, но... Никто не поручится, что она не пройдет через туманность, подобную Крабовидной, оставленную какой-нибудь Сверхновой. А если попадет в нее, что тогда? Ливни космических лучей, которые низвергаются на нашу планету, могут оказаться в сотни раз сильнее, чем ныне, притом надолго. Что это значит, легко видеть из несложного расчета.

Предельно допустимая доза облучения для человека — 5 рентген за год. Та порция, которую «выдает» нам естественная радиоактивность в приземном слое воздуха, сравнительно ничтожна — в среднем 0,125 рентгена за год. На $^2/_3$ она обусловлена земными факторами. Но на $^1/_3$ — небесными, на которые приходится таким образом более 0,04 рентгена. Если же потоки ионизирующей радиации из вселенной увеличатся, допустим, в 300 раз, то «добавка свыше» возрастет до 12 с лишним рентген за год. А для космонавтов в заатмосферном пространстве, где нет многокилометрового воздушного щита, — и того больше.

Это влияние может оказаться отнюдь не безобидным не только для человека — для всей земной фауны и флоры. Конечно, радиочувствительность различных организмов неодинакова. Для многих из них определена довольно точно летальная (смертельная) доза, которая через 30 дней после облучения убивает 50 процентов животных или растений. Для обезьян это 600 рентген, для мышей — до 650, для карасей — 1800, для змей — от 8 тысяч до 20 тысяч... Еще устойчивей одноклеточные: дрожжи погибают при дозе в 30 тысяч рентген, амебы — 100 тысяч, инфузории — более 300 тысяч... Высшие растения тоже по-разному реагируют на радиацию. Если семена лилии полностью теряют всхожесть, получив «всего» 2 тысячи рентген, то семена капусты выдерживают 64 тысячи и даже больше.

Некоторые микробы выдерживают сотни тысяч рентген. При таких дозах разрушается даже неживая материя: пластмасса становится хрупкой и растрескивается, стекло теряет прозрачность, а вот некоторые микробы выживают. Очевидно, микроорганизмы обладают способностью приспосабливаться к условиям повышенной радиации и восстанавливать радиационные повреждения. Обнаружены микробы, живущие даже в атомном реакторе. Тем не менее ионизирующая радиация нашла применение в качестве средства холодной стерилизации медицинских изделий из полимерных материалов, не выдерживающих высоких температур, шовного материала и перевязочных средств, хирургических инструментов, лекарственных препаратов, вакцин и пр.

Установлено даже стимулирующее действие малых доз радиации на животные и растительные организмы. Так, хроническое облучение мышей и морских свинок дозой до одного рентгена в день сопровождается заметным увеличением продолжительности жизни животных. Облучение семян зерновых в дозе около 5 тысяч рентген ускоряет всхожесть и ведет к увеличению урожайности растений. Облучение вегетирующих растений в дозе порядка 2—3 тысяч рентген также усиливает их рост. По сравнению с этими цифрами 12 рентген за год могут, чего доброго, показаться сущим пустяком. Но нельзя забывать, что рентгеновская и ей подобная *проникающая* радиация неспроста названа *ионизирующей*. Если она не причиняет заметного ущерба на макроуровне (скажем, органам, тканям), это еще

не значит, что все в порядке на микроуровне. Ведь она разрушает атомы и молекулы, превращая их в ионы, то есть в обломки целостных химических структур.

Ее квант для клетки, словно бронебойный снаряд для танка: прорвавшись внутрь, он не всегда убивает, но почти всегда ранит. А если покалечены гены, составные части хромосом? Эти носители наследственности очень чувствительны к внешнему воздействию. Изменения их физико-химической основы — мутации — могут быть, конечно, и полезными, но в большинстве своем оказываются неблагоприятными для будущего потомства.

Даже одно-единственное микроповреждение (на уровне молекулы) может плачевно отразиться на генотипе. То есть на комплексе наследственных признаков, «записанном», как известно, в «генетическом коде» — наборе физико-химических структур внутри одной-единственной клетки, из которой впоследствии развивается организм. А следовательно, отразится и на фенотипе — сочетании этих свойств на макроуровне, то есть у живого существа в целом. Ведь все его особенности, включая цвет глаз, волос и так далее, полностью запрограммированы «генетическим кодом» еще в той крохотной родительской клетке, с которой начинается организм в материнской утробе.

Фенотип тут упомянут не всуе: именно по нему судят об изменениях в генотипе. Ибо зарегистрировать их детально удается лишь на макроуровне, то есть уже у потомства.

Мутации обязаны своим происхождением не только облучению. Они могут возникать под влиянием иного действующего начала, скажем, того или иного химического препарата. И даже самопроизвольно. Но легче всего их вызывает именно ионизирующая радиация. Разумеется, чем она жестче и интенсивнее, тем значительней эффект.

Установлено, что она может удвоить частоту мутаций у человека при увеличении дозы не более, чем до 100 рентген за поколение. То есть примерно за 30 лет — от рождения до возраста, когда люди обзаводятся собственными детьми. Стало быть, за год — около трех рентген. Вот и судите, что получится, если уровень естественной радиоактивности в биосфере поднимется до 12 рентген за год.

Правда, на различных видах растений и животных это скажется по-разному. У одних удвоение частоты мутаций вызывается едва ли не тысячекратным увеличением дозы. Но это у короткоживущих. Зато у других, более долговечных, — всего 3—10-кратным.

Понятно, почему даже «жалкие капли» рентгеновских и иных ионизирующих ливней, которые проникают в биосферу, могли искоренить племя динозавров и других колоссов, когда вдруг умножились стократ при взрыве Сверхновой, притом надолго — на десятки тысячелетий.

К счастью, вероятность встречи с радиоактивной туманностью, рожденной небесной катастрофой, относительно мала. Однако мы не вправе забывать, что опасными могут стать и не столь грандиозные взрывы. Небезобидными бывают и те вспышки, которые происходят ближе к нам, скажем, солнечные. А уж они-то случаются несравненно чаще. Одна из самых мощных наблюдалась, например, в 1972 году. Энергия, выделившаяся тогда в рентгеновском и гамма-диапазоне, оказалась в миллиарды раз больше, чем во всех прочих областях спектра, вместе взятых.

Обрушиваясь на земную атмосферу, незримые водопады квантов и частиц ионизируют ее верхнюю толщу. Они непрестанно пополняют обломками атомов и молекул ионосферу. И время от времени будоражат ее своими всплесками. На работе радиоаппаратуры это сказывается, как известно, многочисленными помехами. Прослежена взаимосвязь между солнечной активностью и погодными условиями на обширных территориях, даже массовыми обострениями сердечно-сосудистых и нервно-психических заболеваний.

Не все еще тут выяснено досконально, но очевидно одно: сколь бы далекими ни казались небесные явления, их проявления могут быть вполне земными, рядом с нами, не только вокруг нас, но даже в нас самих.

Сказанное в еще большей степени относится к тем, кто совершает рейсы в заатмосферное пространство, а их все больше и больше. В 1976 году, когда подводились итоги к 15-летию старта Ю. Гагарина, отмечалось, что СССР осуществил 26 пилотируемых полетов, в которых участвовали 34 советских космонавта, в том числе женщина — В. Николаева-Терешкова. Десять космонавтов дважды поднимались на околоземные орбиты, а двое — трижды.

Темпы и масштабы проникновения во вселенную нарастают. В «Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы» намечено расширять изучение и освоение космоса. Столбовой дорогой человека в просторы вселенной советская наука считает создание долговременных орбитальных станций со сменяемыми экипажами. Не за горами день, когда появятся более долговечные и более крупные, чем сегодня, небесные лаборатории. Поначалу рассчитанные на срок существования до 10 лет и на сменяемый «штат» в 10—20 человек. А затем — многоцелевые станции-базы на 50—70, даже 100 и более человек.

Рано или поздно в межпланетном пространстве будут действовать не только лаборатории, но и заводы, электростанции. «Эфирные поселения», которые рисовал в своем воображении К. Циолковский, — уже не «прожектерство мечтателя». Их проекты разрабатываются по последнему слову науки и техники. Иные из них, по данным зарубежной печати, предусматривают сооружение небесных городов на сотни тысяч человек.

Понятно, сколь важно выяснить во всех деталях радиационную обстановку в космосе, ближнем и дальнем. Нанести на карту галактики все, какие возможно, икс-объекты. Разведать, какие из них и насколько часто дают всплески незримого потока, подобные августовской (1975 г.) вспышке источника в созвездии Единорога. Сделать все, чтобы таинственные невидимки становились менее и менее загадочными. Чтобы встречи с ними не сулили неприятных сюрпризов.

В последние годы появилась служба Солнца, которая следит за изменениями его рентгеновской активности. Его невидимые излучения вот уже много лет подряд изучаются с помощью советских спутников («Космос», «Прогноз»). По договоренности между странами — участницами программы «Интеркосмос» едва ли не каждый четвертый летательный аппарат этой серии несет на борту приборы, которыми регистрируются спектры солнечной короны в рентгеновском диапазоне. Таков, например, «Интеркосмос-16», запущенный в июле 1976 года с советской стартовой площадки. Аппаратура для спутника разрабатывалась в ГДР, СССР, Чехословакии и Швеции.

Значение рентгеновской и гамма-астрономии будет возрастать тем больше, чем дальше проникнет человек

в просторы вселенной. А он уже сегодня не ограничивается «каботажным» космоплаванием: вспомнить хотя бы экспедиции лунопроходцев. Завтра, еще в нашем веке, вполне реален пилотируемый полет к Марсу с многомесячным пребыванием экипажа в межпланетном пространстве. Впрочем, все продолжительней становятся и путешествия людей по околоземным орбитам. Такие рейсы, регулярные, массовые, выдвигают новые требования перед астрономией невидимого.

«Знать, чтобы предвидеть, предвидеть, чтобы действовать». Таков девиз этой, да и любой иной науки, когда она посвящает себя разведке дальнего прицела, фундаментальным исследованиям. Какими бы ни были их задачи, сверхзадача одна — стать опорой прикладных изысканий, помочь решению практических проблем.

— Не пора ли все же спуститься из заоблачных далей на грешную землю? Мы ведь и на своей планете окружены мощными источниками рентгеновских лучей. Кроме того, раз уж новейшая астрофизика успела сделать столько интересных открытий, то добрая старая физика наверняка еще больше, не так ли?

— Как ни странно, по числу важнейших открытий, сделанных в последнее пятнадцатилетие, счет 5 : 2 в пользу астрономии, не физики.

— И все-таки, уж коли далекие, «за тридевять небес», икс-объекты столь тесно связаны с жизнью людей, то близкие нам и подавно. Так что не лучше ли вернуться в лоно рентгенологии? Тем более что она располагает самыми мощными из наземных источников рентгеновских лучей, верно ведь?

— Нет, не она — физика.

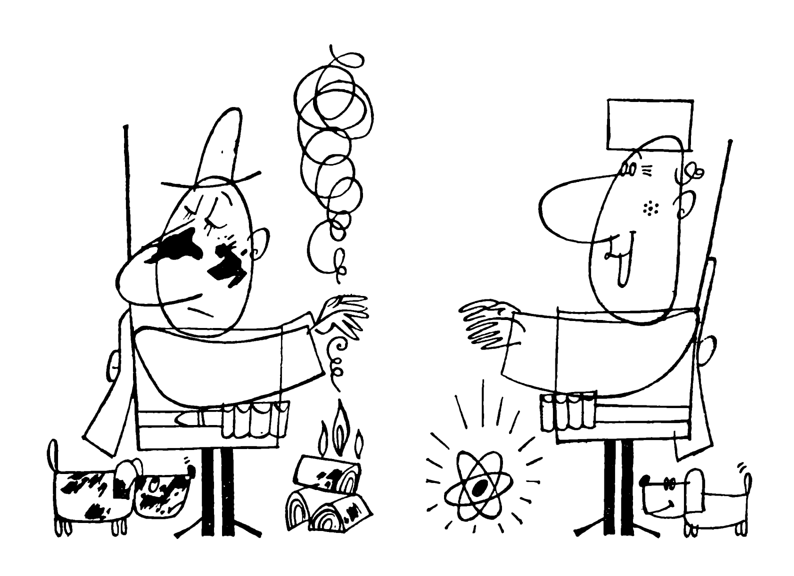
«Ослепительная зеленоватая вспышка, взрыв, сознание подавлено, волна горячего ветра, и в следующий момент все вокруг загорается... Миг — и с людей свалилась вспыхнувшая одежда, вздулись руки, лицо, грудь; лопаются багровые волдыри, и лохмотья кожи сползают на землю... Оглушенные и обожженные люди, обезумев, сбившись ревущей толпой, слепо тычутся, ища выхода...»

Такой запечатлелась в памяти случайно выживших очевидцев Хиросима 6 августа 1945 года. Летающая крепость Б-29 «Энола-Гей», которой сентиментальный пилот дал нежное имя своей матери, сбросила на огромный город урановую бомбу, ласково прозванную «Ма-

лышкой». Детонатор сработал на высоте 500 метров над центральными улицами, которые заполнили японцы, спешившие на работу. Через три дня кошмар повторился в Нагасаки. Там была взорвана плутониевая «Толстуха».

Итоги «экспериментов»? Около 220 тысяч мгновенно убитых и искалеченных. И еще сотни тысяч погибших потом, после медленной агонии, длившейся порой годами. Она была вызвана облучением.

Новое оружие уничтожало не только сокрушитель-



ной ударной волной, не только ослепительным светом и испепеляющим жаром. В отличие от всех прежних оно губило живое с неслыханной до того силой. Незримым излучением, которое мы называем ионизирующим. В частности, жесткой рентгеновской и гамма-радиацией.

Откуда же берутся эти смертоносные кванты?

При взрыве мгновенно выделяется огромная энергия. Возникает высокотемпературная плазма, которая, как мы уже знаем, дает тепловое рентгеновское и гамма-излучение. Но это еще не все. Огненный шар быстро исчезает, а жесткая радиация продолжает поражать население. Значит, остаются ее носители. Это радиоактивные изотопы. Они образуются при делении ядер ура-

на или плутония, разваливающихся на осколки, и разбрасываются по всей округе. Впрочем, и это не все. Мощные потоки частиц, пронизывая окружающую среду, делают радиоактивными еще недавно безобидные вещества, содержащиеся в воздухе, почве, водах, постройках. Даже в организме. Иначе говоря, появляется наведенная радиоактивность.

Подобное заражение местности губительно даже для тех, кто совершенно не пострадал от взрыва самого по себе, приехав, скажем, издалека через много часов или дней после бомбардировки. Кроме того, радиоактивные изотопы накапливаются в организме, попадая внутрь при еде и дыхании.

Минимальная абсолютно летальная доза для человека — 600 рентген. Но при длительных воздействиях даже 0,1 рентгена в день может вызвать образование опухолей. Следует добавить, что в 1945 году никто этого ведать не ведал. Хотя икс-лучи исследуются с 1895 года, они явились тогда, ровно через полвека, отнюдь не добрыми старыми знакомыми, а нежданно-негаданно зловещими таинственными невидимками.

Но самыми мощными на Земле источниками рентгеновской радиации стали взрывы новых сверхбомб — термоядерных. Среди них есть просто чудовищные: во много десятков мегатонн, эквивалентные тысячам таких, что растерзали Хиросиму и Нагасаки.

Если же говорить о постоянно действующих источниках, то самыми мощными на Земле являются опять-таки не рентгеновские аппараты, а реакторы атомных электростанций. Стоит, однако, подчеркнуть со всей категоричностью: мирный атом — добрый атом. Преувеличенные страхи, связанные с ним, совершенно беспочвенны. Они проистекают разве лишь от неосведомленности. В ядерной энергетике не больше опасностей, чем в обычной, классической.

Альфа-частицы (ядра гелия), испускаемые радиоизотопами, полностью поглощаются листом газетной бумаги, резиновыми перчатками или 10-сантиметровым слоем воздуха. Бета-частицы (электроны) — экраном сантиметровой толщины из алюминия, а то и обычного стекла или плексигласа. Наиболее «пробивные» из корпускул — нейтроны. Но и от них есть испытанные простые средства — водные или парафиновые преграды.

Ну а всепроникающее рентгеновское и гамма-излучение? Оно задерживается, как известно, свинцовой броней. Или иной, скажем, бетонной, которая, естественно, должна быть мощнее.

Толщина стен в зависимости от материала и другие параметры защиты точно вычисляются по формулам, за которыми не только математически строгая т е о р и я, не только лабораторный физический э к с п е р и м е н т, но и многолетняя повседневная п р а к т и к а атомной энергетики. Разумеется, во всех помещениях атомных электростанций и на окружающей территории налажен четкий контроль за выполнением всех требований, предъявляемых техникой безопасности.

Есть такая дисциплина — д о з и м е т р и я. Ее название вроде бы говорит само за себя. Но это не просто-напросто измерение доз. Перед нами обширная область прикладной физики, занятая многоразличными проблемами. Тут и всевозможные величины, которыми характеризуется действие ионизирующих излучений на живую или неживую природу. Тут и методы, приборы, позволяющие точно оценивать все необходимые величины и эффекты (в частности, дозы).

А все начиналось с р е н т г е н о м е т р и и. Ее колыбелью стала лаборатория, где в 1895 году были открыты икс-лучи. Наметившееся уже тогда стремление точно описать их поведение поставило нелегкую задачу, которая к тому же усложнялась. После того, как мир узнал о радиоактивности (1896 г.), выяснилось, что есть и другие всепроникающие таинственные невидимки. Например, гамма-радиация. Ее тоже надо было «обмерить». Оказалось, правда, что по своему действию на вещества и существа она во многом подобна рентгеновской.

Постепенно сформировалась особая дисциплина — рентгенометрия, которая занялась обоими излучениями, и только ими. По сути, она не что иное, как часть дозиметрии, охватывающей все разновидности ионизирующего излучения, но автономная, относительно самостоятельная.

Основным ее количественным критерием стал р е н т г е н. Сейчас это внесистемная единица экспозиционной дозы, определяемая по степени ионизации воздуха (а если точно, то рождающая в каждом его кубическом сантиметре $2{,}08 \cdot 10^9$ пар ионов, суммарный заряд кото-

рых равен одной единице количества электричества каждого знака).

Появились разнообразнейшие дозиметры — стационарные, переносные, в частности, мини-приборчики индивидуального пользования, вставляющиеся в карман, как авторучка. Многие из них градуируются в рентгенах. Есть и счетчики, регистрирующие кванты невидимой радиации в виде отдельных импульсов. От этих детекторов ведут свою генеалогию рентгеновские телескопы.

Короче говоря, крохотный росток на древе знаний, проклюнувшийся более 80 лет назад в лаборатории В. Рентгена, дал могучую ветвь науки и техники. Немалый вклад в развитие этой отрасли внесли советские ученые: П. Лукирский, В. Дукельский, Д. Наследов, К. Аглинцев, И. Поройков...

Так мы незаметно подошли к рубежам рентгенологии. Но именно здесь нельзя не почувствовать, сколь многое находится за ее пределами, за сугубо медицинскими и ветеринарными аспектами разнообразнейшей проблематики, вовсе не сводящейся к распознаванию и лечению болезней. И еще нельзя не заметить: своими нынешними сдвигами она во многом обязана импульсам извне, исходившим от ядерной физики, которая особенно быстро, семимильными шагами, двинулась вперед в атомный век.

Если вернуться к ядерной энергетике, то, очевидно, решение вопроса о мирном сосуществовании людей и атомов имеет под собой прочный фундамент, теоретический и практический.

Доза, которую можно получить на советских атомных электростанциях и вокруг них, практически не отличается от фоновой, хотя внутри реактора она была бы в десятки миллиардов раз выше предельно допустимой. Но там работают автоматы. Персонал надежно защищен мощной техникой безопасности, проверенной десятилетиями опыта с тех пор, как в 1954 году в СССР была пущена первая в мире атомная станция.

В сборнике «Физики шутят» английский ученый О. Фриш, перенесясь в 40905 год, юмористическим пером рисует «перевернутую картину» опасений, связанных с освоением нового, таинственного: «Недавно найденный сразу в нескольких местах уголь (черные окаменевшие остатки древних растений) открывает интересные воз-

можности создать неядерную энергетику... Главная трудность — организовать самоподдерживающийся и контролируемый процесс окисления... Возможно, хотя и маловероятно, что подача окислителя выйдет из-под контроля. Это приведет к расплавлению котла и выделению огромного количества ядовитых газов. Последнее обстоятельство является главным аргументом против угля и в пользу ядерных реакторов, которые за последние тысячелетия доказали свою безопасность».

Ну а если всерьез, то атомные электростанции гораздо меньше загрязняют биосферу. Еще чище будет термоядерная энергетика, когда люди научатся управлять процессом, покамест протекающим лишь бесконтрольно, при взрыве водородной бомбы. Речь идет уже не о делении тяжелых ядер, как в урановом «котле», а о синтезе легких (изотопов водорода) с образованием безобидного гелия. Отходов — никаких.

Уже действуют многочисленные экспериментальные установки, шаг за шагом приближающие нас к этой цели. И опять-таки перед нами источники рентгеновской радиации, притом куда более сильные, чем имеющиеся в арсенале здравоохранения. Когда физики получат плазму нужных кондиций, чтобы, наконец, «пошел термояд», каждый литр ее станет эквивалентен тысячам обычных рентгеновских трубок.

Работая на одной из таких установок, группа советских ученых во главе с академиком Л. Арцимовичем сделала в 1952 году открытие, удостоенное впоследствии Ленинской премии. Было обнаружено, что при разряде в дейтериевой плазме возникают потоки нейтронов. Поначалу думали: уж не пошла ли наконец долгожданная реакция синтеза? Многое говорило в пользу такого предположения.

Вскоре, однако, установили, что одновременно рождаются жесткие рентгеновские лучи. Именно это стало наиболее убедительным аргументом против. По-видимому, как эти кванты, так и эти нейтроны вызывает к жизни нечто иное. Вероятно, дело обстоит так. Одни ядра дейтерия (тяжелого водорода), разогнанные внутри вакуумной камеры по неизвестной пока причине, сшибаются с другими, а при столь мощных столкновениях как раз и выбиваются, словно искры от удара, корпускулы (нейтроны) и волны.

И все-таки не исключено, что какое-то, пусть малое,

количество нейтронов имеет истинно термоядерную природу. Как бы там ни было, уже одно то, что зафиксировали и обосновали сам факт их появления, стало находкой для науки. Но для нас интересней другое. Сопутствующая им рентгеновская радиация оказалась хорошим диагностическим средством, на сей раз не медицинским, а физическим. Она помогает определить параметры плазмы, ее температуру, иными словами, поставить ей как бы диагноз. Так и говорят: диагностика плазмы.

Что касается ускорения дейтериевых ядер, то оно долго оставалось загадочным. Есть гипотеза, что у него примерно такой же механизм, каким объясняется происхождение космических лучей. Не вдаваясь в него, отметим сам факт: и здесь напоминают о себе небесные феномены. За их подобием земным — не просто внешнее сходство, но поистине внутреннее единство микро- и мегамира.

А синхротронный эффект, о котором уже говорилось? Красноречиво уже само его название, которым он обязан ускорителям электронов. Да, он открыт на Земле как побочное явление при эксплуатации этих машин, когда они становятся генераторами мягкой рентгеновской радиации, кстати, опять-таки намного, в сотни раз, более мощными, чем рентгеновские трубки. Тот же механизм работает и в глубинах вселенной, пополняя ливни космических лучей квантами и корпускулами, которые рождаются в недрах туманностей, оставленных Сверхновыми.

Огромный огненный шар, возникающий при термоядерном взрыве, похож на Солнце тоже не только внешне. И там и тут — рентгеновское излучение. И там и тут — аналогичные физические процессы, реакции синтеза.

Когда термоядерные электростанции станут реальностью, многие из них наверняка будут сооружаться в космосе. Там уже есть в готовом виде необходимое условие их работы, которое с таким трудом достигается на дне воздушного океана, глубокий вакуум. Они окажутся рукотворными икс-объектами — источниками рентгеновской радиации, по которой, кстати, будут судить об их рабочем состоянии (диагностика плазмы).

Напоследок еще пример того, как напоминают о себе небесные явления при изучении земных.

Как известно, СССР и США прекратили испытания ядерного оружия на поверхности Земли и в атмосфере, подписав договор, к которому потом присоединились и другие страны. Проверять, как выполняется соглашение, помогали специальные патрульные спутники с соответствующими детекторами. Регистрировалась ими и гамма-радиация, которой выдают себя ядерные взрывы, если они не подземные.

И вдруг сюрприз: обнаружились сильные ее ливни, идущие не снизу, с Земли, а сверху, с космоса. Кратковременные, периодически повторяющиеся всплески, не имеющие отношения ни к Земле, ни к Солнцу. Позже установили, что они наблюдаются и в рентгеновском диапазоне, причем по всему небу, вне прямой связи с хорошо известными икс-объектами. Так был открыт диффузный рентгеновский фон вселенной, который доныне остается загадкой. Одни полагают, что жесткое незримое излучение идет не из нашей, а из чужих галактик, другие — наоборот, третьи — что оно рождается межгалактическим газом...

Ученые спорят, расходясь в большом и малом, но все согласны в одном. Сделано новое многообещающее открытие, одно из важнейших для современной астрономии. Впрочем, только ли для нее? Разве она развивается изолированно, сама по себе? Нет, бок о бок с другими областями знаний, притом уверенно идет вперед, и не где-то «в обозе», а в авангарде научно-технической революции, развернувшейся за послевоенные десятилетия.

Посмотрите, какими были и какими стали лидеры естествознания. В XVI—XVII веках — механика земных и небесных тел, а в связи с ней и математика. В XIX столетии — химия, физика, биология. В первой половине XX века — физика. А сейчас?

Их стало пятеро. Правда, по-прежнему первой называют обычную физику. Но вместе с ней — химию, биологию, кибернетику, космологию. Последним упомянуто учение о вселенной, которое ныне связано уже не только с теоретическим исследованием, но и практическим освоением в эпоху космонавтики. Как видно, и астрономии, в частности рентгеновской, принадлежит здесь почетное место в кругах, близких к одному из лидеров.

Симптоматично, что за последние 15 лет она опере-

дила физику по числу первостепенно важных открытий, равноценных по своему значению. Актив астрономии пополнили, например, рентгеновские звезды, пульсары, реликтовое излучение.

С рентгеновской радиацией связаны многие завоевания и физики, и химии, и биологии, и космологии, четырех из пяти лидирующих наук. Говорят, что в недалеком будущем первой среди первых может стать биология. Но она набирает темп потому, что в нее глубоко внедрились физика и химия. Стало быть, и здесь свою роль сыграли и еще сыграют те самые икс-лучи, открытием которых В. Рентген «больше, чем кто-либо из современников, способствовал созданию новой физики нашего столетия».

— А чем, собственно, таким уж сверхнеобыкновенным сумел себя прославить В. Рентген, за что ему такая честь? Случайно получил первым икс-лучи в своих трубках?

— Не «получил первым», а открыл первым то, что и до него получали, но проглядели сонмы исследователей. Во-вторых, не в «своих» трубках, а в «чужих» — круксовых, которые тогда всюду продавались и широко использовались. В-третьих, нельзя сказать «сумел себя прославить», ибо он не гнался ни за сенсацией, ни за рекламой. В-четвертых, открытую им радиацию везде и всегда называл только икс-лучами, а его имя ей присвоили другие. Точно так же, как и трубкам, сконструированным специально для ее получения. Наконец, последнее — последнее по порядку, но не по важности: случайно ли?

...Все началось поздно вечером 8 ноября 1895 года. Пожелав жене спокойной ночи, В. Рентген спустился вниз немного поработать перед сном. Время летело быстро. Лишь когда настенные часы пробили одиннадцать, он почувствовал неодолимую усталость. На сегодня, пожалуй, хватит. Потушил лампу — и вдруг... Мираж?

Казалось, будто в темную комнату сквозь щель в задернутых шторах пробился лунный зайчик. Но откуда, если небо давно уже сплошь затянуто тучами? Между тем на столе разливалось призрачное зеленоватое сияние. Оно исходило от стеклянной баночки с кристалликами платиносинеродистого бария. Он способен флуоресцировать: попав, скажем, под солнечные лучи, начи-

нает источать красивое лунное свечение, которое, однако, через доли секунды прекращается, как только соль снова оказывается в темноте. А здесь оно почему-то не гаснет. Быть может... Нет, от лабораторной лампы ничего подобного не бывает.

В. Рентген в волнении оглядывается. Как это он не заметил сразу: круксова трубка под напряжением. Вот что значит переутомление: забыл выключить. Щелчок рубильника, и миража как не бывало. Ученый снова включает прибор. И опять волшебное зеленоватое мер-



цание. Неужели трубка? Но она так далеко от кристаллов — в полутора метрах! Да еще под светонепроницаемым колпаком из картона, плотным, без щелей.

В. Рентген, разумеется, прекрасно знает то, что давно известно всем коллегам: она порождает катодные лучи, а те заставляют светиться ее стеклянную стенку. В. Рентгену и невдомек, что эти лучи — потоки электронов. Срываясь с металлического катода, они устремляются к металлическому же аноду. Разгоняет их в герметически запаянном баллончике, откуда откачали газ, электрическое поле высокого напряжения, подведенное извне. Налетая с большой скоростью на тонкую стенку колбочки, они дают световое пятно. Но вырваться на-

ружу и заставить мерцать платиносинеродистый барий на расстоянии в полтора метра они не могут.

Общеизвестно теперь и другое. Ударяясь в металл, они тормозятся его атомами. В процессе этого взаимодействия как раз и генерируется невидимая радиация принципиально иного рода — рентгеновская. А она способна пройти и сквозь стекло, и через многометровый слой воздуха, чтобы вызвать мерцание люминофора.

Но все это станет известно потом, много позже. А тогда еще не сформулировано понятие «электрон». Оно появится лишь через несколько лет, мало того, будет подвергнуто остракизму самим В. Рентгеном. Но тем поразительнее догадка вюрцбургского профессора, которую смело можно назвать гениальной.

Если не катодные лучи, значит, какие-то иные, пока никому не ведомые? В. Рентген отлично осведомлен о том, что сделано коллегами, его современниками и предшественниками. Сколько умелых рук держало катодную трубку за 40 лет с тех пор, как она изобретена! Ее применяли исследователи, совершенствовали конструкторы, им несть числа. Среди знаменитых — немец И. Гитторф, который еще в 1869 году наблюдал и описал катодные лучи, положив начало их изучению. А также англичанин В. Крукс, который открыл в ней «темное пространство», названное его именем. Кстати, электровакуумные трубки, что стоят у В. Рентгена в лаборатории, носят имя Крукса. Можно упомянуть еще немцев Г. Герца, Ф. Ленарда, немало других.

Многие использовали и платиносинеродистый барий и прочие флуоресцирующие вещества. Почти наверняка замечали их свечение вдали от прибора, просто не могли не наблюдать. Не обратили внимания, не придали значения, не заинтересовались, не увлеклись?

Да, многое в природе попадается на глаза случайно. Но одно дело смотреть, другое — видеть. Случайно ли это достается именно В. Рентгену — разглядеть догадку, сформулировать загадку: икс-лучи? Впрочем, он не ограничивается вопросами, он ищет ответы скорее, немедленно.

Кто бы мог подумать, что маститый ученый, университетский профессор с его солидностью, педантичностью, пунктуальностью, истинно немецкой аккуратностью в свои 50 лет с юношеской увлеченностью «уда-

рится в погоню за какой-то химерой», рискуя репутацией, пренебрегая светскими условностями и даже элементарными приличиями, как их понимают провинциальные обыватели... Забросить семью, запереться в лаборатории, не поднимать там шторы даже днем, никого к себе не пускать, отгонять зевак любой ценой, вплоть до слухов о собственной смерти... Безумец, одержимый маниакальной идеей?

Строгий, рассудительный ум, чуждый «безумным идеям», «сумрачный германский гений» — и вдруг лихорадка «езды в незнаемое», когда забыто про все и вся: о сне и еде, о себе и других, даже родных. Несмотря на усталость, В. Рентген остался в лаборатории еще в ту ночь, когда впервые увидел «лунное сияние» кристаллов. Тысячекратно убедившись, что виновница — какая-то неизвестная радиация, он приступает к методичному изучению.

Вот он устанавливает экран, покрытый бариевой солью, на разных расстояниях от трубки. Оказывается, тот заметно мерцает даже в двух метрах от нее. Но если икс-лучам не мешает ни воздух, ни картонный колпак, то... Ученый перегораживает им путь всем, что есть под рукой, — книгой, доской, эбонитовой пластинкой, оловянной фольгой, невесть откуда взявшейся колодой карт... Все непрозрачные материалы оказываются прозрачными!

Он складывает стопкой станиолевые листы: сначала в два слоя, потом в три, в десять, двадцать, тридцать... Экран постепенно темнеет и, наконец, становится совсем черным во мраке. А вот том в тысячу страниц с плотным переплетом такого эффекта не дает. Значит, многое зависит от того, какое взято вещество, а не только от его толщины. В. Рентген просвечивает шкатулку с набором гирь. Характерные силуэты металлических цилиндриков видны гораздо лучше, чем слабая тень деревянного футляра. Потом для той же цели он просит принести свою двустволку.

Но что это? Жуткое зрелище, способное повергнуть суеверную душу в мистический трепет: двигающиеся тени живого скелета... Да, это кости его собственной руки, которые менее прозрачны, чем окружающие их мягкие ткани. Еще ни один анатом в мире не разглядывал человека насквозь, не нарушив прежде целостность организма.

Если бы какой-нибудь любопытный заглянул сюда с улицы сквозь щелку в шторах, перед его взором словно воскресли бы ушедшие в прошлое картины, свидетелем которых древний Вюрцбург был во времена алхимии.

Между тем фрау Берта ведать не ведает, когда закончатся ночные бдения ее мужа. Молчаливый, угрюмый, еще более суровый, чем обычно, он отсутствующим взглядом встречает и провожает жену, тяготится ее участливыми вопросами и советами, отвечает невпопад. А однажды требует, чтобы она молча приносила ему поесть и молча же уходила. Вскоре расшатанные нервы фрау Берты не выдерживают. Затворник видит и слышит нечто необычное для привычной лабораторной обстановки: горькие слезы, громкие рыдания.

В. Рентген ранен в самое сердце. Он утешает свою долготерпеливую супругу, обнимает ее, подводит к приборам. Хочет как можно доступнее растолковать, почему превратился в добровольного отшельника. Но поймет ли она, о чем речь, если этого не постиг еще ни один физик на свете, кроме него самого? Нет, лучше не рассказывать — показать. И на глазах у фрау Берты свершается чудо.

Изготовляется фантастический снимок: на нем видны темные силуэты тонких косточек ее кисти, а на одной из фаланг черное пятно обручального кольца. Эта фотография станет исторической — первой рентгенограммой человеческого органа, которая обойдет потом издания всего мира, специальные и популярные.

Уже в первые дни (и ночи) своего затворничества В. Рентген получает массу интереснейших данных. Их хватит, чтобы произвести фурор где угодно, в любых кругах и изданиях, от научной печати до желтой прессы. Если бы ученый гнался за рекламой, он едва ли тянул бы с публикацией. Между тем его беспримерная эпопея длится 50 суток. Да, он нетерпелив, но в другом: хочет как можно скорее расшифровать не дающий ему покоя «икс», чего ради и приносит в жертву весь привычный уклад своей жизни.

Но и в лихорадочных поисках В. Рентгену не изменяет его педантичность. Он придумывает все новые опыты, тысячекратно проверяет и перепроверяет результаты, прежде чем позволит себе довериться им, тем более отдать их на суд других. Когда же, наконец, через

семь недель добровольного заключения он 28 декабря 1895 года отправляет в Физико-медицинское общество Вюрцбургского университета 30 страниц рукописи «О новом роде лучей», то делает приписку: «Предварительное сообщение».

Эта первая же работа окажется потом бессмертной: в ней нечего будет ни опровергнуть, ни дополнить в течение многих лет. Редкий случай! А займутся икс-лучами повсюду в Старом и Новом Свете, ибо информация о них потрясет мир в первые же дни 1896 года, который назовут «рентгеновским».

— Итак, В. Рентген вызвал-таки сенсационную шумиху вокруг икс-лучей, хотя, как вы говорите, не гнался за ней!

— Не он, а его труд. Как известно, книги имеют свою судьбу, особенно столь информативные, оригинальные, будоражащие мысль, потрясающие мир. Они начинают жить собственной жизнью, отдельно, независимо от автора.

— А хорошо ли, когда они потрясают мир?

— И да, и нет. Работа В. Рентгена имела огромное эвристическое значение: побуждала к новым поискам и находкам, оказалась для них плодотворной. Чем активней популяризируются такие открытия, тем шире их воздействие в познавательном и мировоззренческом плане. Хотя, конечно, не исключены издержки, вызванные нездоровым ажиотажем вокруг «сверхнеобыкновенного».

«Даже шум военной тревоги не смог бы отвлечь внимания от замечательного триумфа науки, весть о котором докатилась до нас из Вены, — передавало телеграфное агентство из Лондона через два дня после того, как 4 января 1896 года резко обострились отношения между Англией и Германией. — Сообщается, что профессор Вюрцбургского университета Роутген открыл свет, который проникает через дерево, мясо и большинство других органических субстанций. Профессору удалось снять металлические гири в закрытой деревянной коробке, а также человеческую руку, причем видны лишь кости, а мясо не видно».

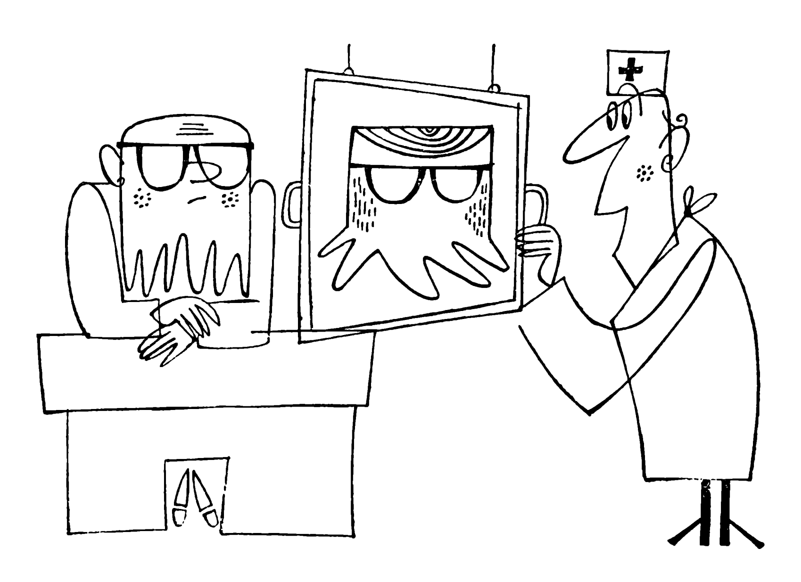
Интересный случай! Несмотря на прямую угрозу вооруженного конфликта, исходившую от Германии и вызвавшую в Англии переполох, информация об икс-лучах шла зеленой улицей. С этим так торопились, что недосуг было даже проверить, как пишется фамилия

первооткрывателя: впопыхах передали «Роутген» вместо «Рентген».

С быстротой молнии сообщение облетело Германию, Европу, планету. И это еще до того, как статья В. Рентгена «О новом роде лучей» появилась в январском номере научного журнала.

Могло сложиться впечатление, будто В. Рентген гнался за дешевой популярностью. Как же было на самом деле?

Обратите внимание: лондонское телеграфное агент-



ство сослалось на венские источники, хотя имелись берлинские и другие германские, вроде бы более надежные (как-никак выходящие на родине открытия). Но в том-то и штука, что самой первой публикацией оказалась именно венская. Почему так?

Свой манускрипт В. Рентген направил не только в Физико-медицинское общество Вюрцбурга, но и по другим адресам. В частности, профессору Венского университета Ф. Экснеру, своему коллеге, которого хорошо знал по прежней совместной работе. А тот, получив рукопись и сразу же оценив по достоинству, немедленно ознакомил с ней сотрудников. Среди них был Э. Лехер, ассистент Венского университета. Тот выпро-

сил текст до завтра и вечером отнес отцу, редактору венской «Нойе фрайе прессе», которого убедил срочно поставить в номер важную научную новость.

Место для нее освободили на первой полосе, где обычно дается «самое-самое»; всему остальному пришлось потесниться. Это случилось в ночь со 2 на 3 января, когда все материалы уже были сверстаны и газета печаталась полным ходом, так что понадобилось даже приостановить типографские машины, но, как считал редактор, игра стоила свеч.

Опасения оправдались. «Сенсационное открытие»,— зазывали разносчики газет аншлагом, пересекавшим первую страницу «Нойе фрайе прессе». Первый абзац крупным шрифтом бил в глаза: «Недавно в кругах ученых, специалистов Вены, настоящую сенсацию вызвало сообщение об открытии, которое сделал Вильгельм-Конрад Рентген, профессор физики в Вюрцбурге. Если сообщение оправдается, в руках человечества окажутся эпохальные итоги точнейших исследований, которые приведут к замечательным последствиям как в физике, так и в медицине».

Началась цепная реакция перепечаток, о чем В. Рентген не ведал, как говорится, ни сном ни духом. И когда вышел наконец научный журнал с оригинальной авторской статьей, номер расхватали за один день. Жаждущих прочесть ее оказалось столько, что «О новом роде лучей» пришлось выпустить отдельной брошюрой. В первый же месяц она выдержала пять изданий, а вскоре была переведена на английский, французский, итальянский, русский...

31 января брошюра уже продавалась в столице России под заглавием «Новый род лучей», причем на титульном листе красовалась рентгенограмма руки, изготовленная 16 января в физической лаборатории Санкт-Петербургского университета.

Сразу объявились претенденты на приоритет. В. Рентгена обвиняли даже в плагиате. Среди них оказался и профессор Ф. Ленард, впоследствии прислужник фашизма, прославившийся своей реакционностью. Вот уж кто действительно старался «пристегнуть» к икс-лучам свое имя, окрестить их ленардовыми!

Интересно, что первая рентгенограмма была получена действительно не В. Рентгеном и не в Германии, а в США, еще в 1890 году. Казалось бы, у американцев

больше прав на лавры первооткрывателей, чем у Ф. Ленарда, начавшего свои опыты с трубкой после 1890 года. Но вот слова профессора Гудспида, сказанные еще в 1896 году: «Мы не можем притязать на приоритет, так как мы открытия не совершили. Мы только просим вас помнить, что за шесть лет до сего дня первый в мире снимок катодными лучами был сделан в физической лаборатории Пенсильванского университета».

Немецкий физик М. фон Лауэ впоследствии так комментировал этот факт: «Хотя мы знаем из биографии Рентгена, написанной Глассером, что по ту сторону океана имеется рентгенограмма, относящаяся еще к 1890 году, однако истинная природа этой фотографии была установлена лишь после открытия Рентгена».

Это открытие — «одно из самых блестящих проявлений таланта экспериментатора, и не только по новизне явления, но и по тому, как оно было изучено», — писал академик А. Иоффе. В трех небольших статьях, опубликованных на протяжении полутора лет, новое явление было исследовано настолько всесторонне, что сотни дальнейших работ ничего существенного не могли добавить.

И еще: «Рентген был большой и цельный человек в науке и в жизни. Вся его личность, его деятельность и научная методология принадлежат прошлому. Но только на фундаменте, созданном физиками XIX века и, в частности, Рентгеном, могла появиться современная физика».

Великому немецкому физику принадлежат классические исследования электрических явлений в кристаллах, работы по магнетизму, послужившие одним из краеугольных камней электронной теории. Но для всех нас имя В. Рентгена связано прежде всего с икс-лучами, и действительно их открытие затмило все, что сделал он до и после.

Тяжким бременем, как снег на голову, в одночасье свалилась на В. Рентгена всемирная слава. Еще недавно безвестный провинциальный ученый, он не мог не растеряться. Под личиной суровости и прямого до резкости, несловоохотливого, порой угрюмого нелюдима, потомка голландских мореходов, притаилась душа скромного до застенчивости человека, кристально честного, бескорыстного рыцаря науки. Что было делать,

когда в тихий Вюрцбург шумной толпой хлынули соотечественники и иностранцы?

«Подозреваю, что он не очень-то обрадовался моему визиту: беседы с посетителями отнимают у него слишком много времени, а он предпочитает возиться со своими трубками», — убедился один корреспондент из США, оказавшийся напористей собратьев по перу и правдами-неправдами пробившийся к вюрцбургской знаменитости в январе 1896 года.

Заокеанский гость не без удивления увидел «скромное двухэтажное здание, где живет и работает профессор», «небольшую комнату, в которой сделано большое открытие». «По сравнению с шикарными лабораториями Лондонского или любого крупного университета в Америке лаборатория Рентгена выглядит непритязательно, даже убого», — констатировал американец. И наконец: «Когда профессор Рентген протянул мне руку на прощанье, взгляд его был устремлен туда, где он оставил прерванную работу».

Паломничество не прекращалось, напротив, становилось все более массовым, назойливым. И В. Рентген перешел на «осадное положение», отбиваясь не только от репортеров, но даже от ученых.

Категорически отверг он и домогательства бизнесменов, наотрез отказавшись от участия в эксплуатации своего открытия, от привилегий, лицензий, патентов на изобретения, на усовершенствованные им генераторы икс-лучей. Отсутствие ограничений, связанных с монополией на выпуск рентгеновской техники, привело к бурному ее развитию во всем мире. Немудрено, что ученый нажил себе врагов в среде германской буржуазии, которая пыталась сыграть на его патриотических чувствах. Парируя спекуляции на национальных интересах, он ответил представителю Акционерного электротехнического общества (Берлин), сулившему золотые горы, прекрасно оборудованные лаборатории фирмы: «Мое изобретение принадлежит всему человечеству. Я немец, и мне не меньше, чем вам, дорога честь родины, но прошу уволить. А сейчас извините, мне пора работать».

Он снова подверг себя добровольному заточению в «непритязательной, даже убогой» лаборатории. И лишь после того, как 9 марта 1896 года завершил вторую научную статью о новооткрытой радиации, позволил

себе передохнуть. Третью (и последнюю) — «Дальнейшие наблюдения над свойствами икс-лучей» — сдал в печать 10 марта 1897 года.

Все статьи написаны в виде сухо сформулированных тезисов (в первой их 17, во второй — 4, в третьей — 11). И все до последнего параграфа оказались неопровержимыми. За одним лишь исключением: «Нельзя ли новые лучи приписать продольным колебаниям эфира?» — ставил В. Рентген вопрос перед собой и коллегами. Впрочем, тут же оговаривался, как бы оправдываясь: «Я должен сознаться, что в ходе моего исследования проникся этой мыслью и позволю себе высказать здесь это предположение, хотя очень хорошо сознаю, что оно нуждается еще в дальнейших доказательствах».

Рентгеновская радиация казалась настолько необычной, что ее первооткрывателю (да и только ли ему?) представлялась принципиально отличной от любой иной. Колебаниями того же «мирового эфира», но не поперечными, а продольными. Именно здесь великий ученый допустил теоретическую ошибку, правда единственную. Но стоит ли удивляться?

Всего за несколько лет до того, в 1886—1889 годах, немец Г. Герц впервые доказал на опыте существование электромагнитных волн, установив их тождественность световым. Лишь в 1904 году англичанин Ч. Баркла экспериментально подтвердил теоретическую догадку своего соотечественника Дж. Стокса, что икс-лучи имеют ту же природу.

Теперь мы знаем, что они такие же точно — поперечные колебания «мирового эфира», а вовсе не продольные (наподобие звуковых). Что радиоволновое, инфракрасное, видимое, ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма-излучение — все это, если можно так выразиться, одного поля ягода: электромагнитного. Конечно, одно отличается от другого, но не принципиально. По сути, лишь частотами колебаний (выражаемыми обычно в герцах). Или, что то же самое, длинами волн.

Вот, скажем, рентгеновское излучение. Его область на спектре определяется такими характеристиками. По одной классификации оно занимает диапазон от 10^{-5} до 10^{-12}сантиметра. По другой — от 10^{-6} до 10^{-10}. Грубо говоря, начинается там, где кончается ультра-

фиолетовое. И кончается там, где начинается гамма-излучение. Но, как вопрошал Козьма Прутков, где начало того конца, которым оканчивается начало?

Сын своего века, вюрцбургский Колумб микромира мыслил категориями своей эпохи. «Принимая во внимание происхождение лучей при продольном толчке катодного потока и резкое отличие от световых, нельзя не считать гипотезу Рентгена весьма естественной для того времени», — писал академик А. Иоффе.

И все же В. Рентген, первым ступивший на новую «терра инкогнита», сразу же близко подошел к истине, допустив еще в 1895 году, что икс-лучи в чем-то подобны обычным световым.

Что они не представляют собой некие химерические флюиды вроде тех, которые с тихим упорством маньяка ищут приверженцы телепатии.

Говорят, однажды В. Рентген получил письмо с просьбой «выслать немного икс-лучей». Автор пояснял, почему вынужден обратиться к их «изготовителю»: должен, мол, заглянуть в свою грудную клетку, подозревая, что там застряла револьверная пуля. Что тут было ответить? «К сожалению, сейчас у меня нет в запасе икс-лучей. К тому же переправить их — дело сложное. Поступим проще: пришлите мне вашу грудную клетку». Ученый дал ответ, вполне достойный столь курьезного запроса.

Анекдотическая история или исторический анекдот? Как бы то ни было, не приходится сомневаться, что открытие В. Рентгена действительно могло вызвать такую и, как видно из дальнейшего, еще более неожиданную реакцию.

В 1896 году представители властей предержащих в штате Нью-Джерси (США) со всей серьезностью, подобающей ответственным государственным деятелям, приняли на обсуждение законопроект депутата Рида, строго-настрого запрещавший применение икс-лучей в театральных биноклях. Ибо, дескать, оные таинственные невидимки в состоянии проникать не только через одежду (это еще куда ни шло), но и сквозь бренную плоть в самую душу. Смекнув, куда может завести зрителей неуемная любознательность, и блюдя чистоту нравов, государственный муж ограничился на первых порах малым — лишь царством Мельпомены, но великое, как известно, всегда начинается с малого.

Пресса Нового и Старого Света забила тревогу, предупреждая, сколь опасна «мозговая фотография», позволяющая «читать чужие мысли, притом самые затаенные». Вскоре-де житья не будет от нескромных глаз: им ведь нипочем теперь ни запертые двери квартир, ни даже металлические стенки несгораемых шкафов...

А дельцы, движимые столь же трогательной заботой о ближнем, незамедлительно взялись рекламировать и продавать ширпотреб из особого защитного материала, состав коего, разумеется, был секретом фирмы. Например, портмоне, шкатулки, сейфы, а также шляпы, способные уберечь от «всевидящего ока» свое содержимое, не подлежащее огласке.

Особый энтузиазм вызвали у просвещенной публики надежды на то, что она может стать отныне еще просвещеннее сравнительно недорогим способом. Достаточно, дескать, воспользовавшись новооткрытой радиацией, спроецировать прямо сквозь черепную крышку на извилины коры рисунок или текст, чтобы он запечатлелся там как тавро. Так, мол, не утруждая зрения, мы сумеем в изобилии поглощать плоды просвещения.

И словно в подтверждение этой многообещающей идеи, вышеуказанные плоды предлагались действительно в изобилии. Сообщалось, например, умозаключение некоего физиолога: если на мозг собаки направить рентгеновское изображение кости, у животного разыгрывается аппетит, начинает течь слюна.

Откровения следовали за откровениями. Одно из них гласило: благодаря икс-лучам можно вернуть юность дряхлым и едва ли не жизнь — умирающим (даже усопшим); наконец-то найден вожделенный эликсир молодости. А заодно и философский камень. Ибо доподлинно известно: какой-то новоявленный алхимик из Айовы (США), по его собственным свидетельствам, сумел превратить в золото кусок свинца за несколько часов облучения.

И так далее, и тому подобное...

Не думал не гадал В. Рентген, что открытая им радиация породит столь причудливую игру теней в мыслях про себя, в печати, для всех. Но очень скоро перестал удивляться светонепроницаемым шляпам или прось-

бам выслать икс-лучи в небольшом количестве. Вот и приходилось отшучиваться.

Разумеется, публикация В. Рентгена и ее популяризация вызвали несравненно больше серьезных последствий, нежели курьезных. Способствовала распространению научных, материалистических взглядов. Народоволец Е. Яковенко, учившийся тогда в Вюрцбурге, рассказывал, как толпились жители городка перед витриной книжного магазина на главной улице, где была выставлена «странная фотография», изображавшая руку фрау Б. Рентген с тенью кольца, «как бы висящего в воздухе вокруг костяных фаланг», а «кожа, мускулы и прочее как бы сделаны из стекла».

Трудно переоценить эвристическое значение всколыхнувшего ученый мир открытия, которое стало первотолчком для многих последующих изысканий. За один лишь «рентгеновский год» (1896 г.) вышло более тысячи работ и почти 50 книг по применению икс-лучей в одной только медицине.

— Количество солидное, а качество?

— Спору нет, далеко не все из этих и последующих работ были выполнены столь же тщательно, как рентгеновские. Но история показала: семена новых идей, разнесенные из Вюрцбурга по белу свету и упавшие на благодатную почву настоящей науки, дали богатейший урожай. Бывало, правда, они всходили яркими пустоцветами. Однако на ниве знаний не прекращается и прополка, а не только посев. Как известно, на ошибках учатся, чтобы не повторять их.

— Простите, известно и другое: человеку свойственно ошибаться. Даже В. Рентген и тот небезгрешен. Не ошибается лишь тот, кто ничего не делает.

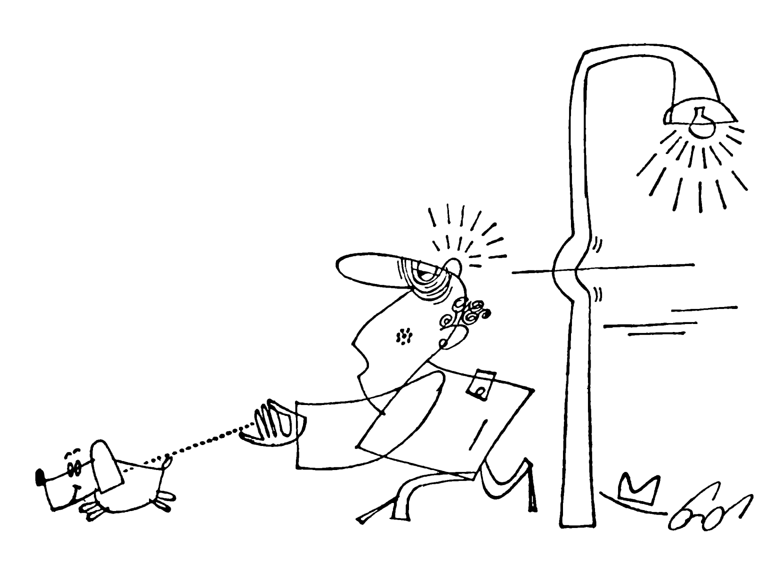
— Верно, но ошибка ошибке рознь.

«Если бы в результате какой-нибудь мировой катастрофы все накопленные научные знания оказались бы уничтоженными и к грядущим поколениям перешла бы только одна фраза, то какое утверждение, составленное из наименьшего количества слов, принесло бы наибольшую информацию?» — таким вопросом задался в своих «Лекциях по физике» известный американский ученый Р. Фейнман. И сам же ответил: атомная гипотеза. «В одной этой фразе, как вы убедитесь, содержится невероятное количество информации о мире, стоит лишь

приложить к ней немного воображения и чуть-чуть соображения», — пояснил он.

А ведь атомная гипотеза была ошибкой, если вспомнить, что «атом» значит «неделимый». Ошибкой, как мы теперь знаем, грубой, но для своего времени поистине гениальной. Когда же и как ее исправили?

Придется начать опять-таки с ошибки. «Облученные ярким солнечным светом соли урана испускают рентгеновскую радиацию». Так заявил 80 лет назад А. Беккерель.



Потомственный ученый, он чуть было не стал инженером, специалистом по дорогам и мостам. Окончив в 1878 году Парижскую политехническую школу, он получил должность в Институте путей сообщения. Но оставил карьеру путейца, предпочтя ей иную жизненную колею. И неплохо сделал. Ибо одним из самых первых начал прокладывать дороги в глубины атома, наводить мосты между микро- и мегамиром.

Первотолчком послужило открытие В. Рентгена. 20 января 1896 года оно обсуждалось на заседании Французской академии. Докладчик — математик А. Пуанкаре, тоже выпускник Парижской политехнической школы — выдвинул интересное предположение.

Не испускают ли невидимую радиацию, обнаруженную В. Рентгеном, фосфоресцирующие вещества сами по себе, без разрядной трубки? Действительно, на том конце, куда бьют катодные лучи, стекло всегда светится. Если же именно там и возникает рентгеновская радиация, стоит поискать ее источники среди минералов, способных люминесцировать.

Среди слушателей был профессор А. Беккерель, 44-летний член академии. Эта идея запала ему в душу. Случайно ли? Еще дед его успешно изучал фосфоресценцию, да и сам он занимался ею давно, увлеченно и основательно. А в «рентгеновский год» о ней заговорили повсюду, причем не только в ученых собраниях, но даже в светских салонах, слово о модной звезде сцены.

Как все несущее печать таинственности, это явление исстари привлекало людей. Как отмечал еще Аристотель, оно наблюдается, например, когда рыба разлагается. Оно, можно сказать, вездесуще: гнилушки и светлячки в лесу, пылающие по ночам холодным огнем тропические воды, нагонявшие мистический ужас на мореплавателей, хотя «поджигатели» — не сверхъестественные силы, а мелкие морские организмы...

Теперь даже школьники знают, что флуоресценция и фосфоресценция — разновидности люминесценции, отличающиеся только длительностью. Первая затухает почти мгновенно, после того, как устранен ее возбудитель (скажем, электронный луч в кинескопах телевизоров). Вторая — не столь быстро (некоторые соли урана и другие соединения, «позагоравшие» на солнце час-другой, продолжают какое-то время люминесцировать, и если их перенесут в темное помещение, ибо запасают впрок больше энергии).

Призрачное мерцание тлеющих гнилушек, разлагающихся останков или живых организмов — не что иное, как хемилюминесценция. Она обусловлена химическими процессами и прекращается вместе с ними. Есть фотолюминесценция, она вызывается обычным видимым светом. Есть и радиолюминесценция. Ее возбуждает проникающее излучение, например рентгеновское (рентгенолюминесценция). Разумеется, не обязательно волновое, корпускулярное тоже. Допустим, поток электронов в электровакуумных приборах — от круксовой трубки, как у В. Рентгена,

до телевизионного кинескопа, как у нас дома (катодолюминесценция). Или альфа-частицы радиоактивных изотопов (альфа-люминесценция).

Столь отчетливых представлений об этих процессах во времена А. Беккереля, естественно, не было и быть не могло. Но все прекрасно понимали одну простую вещь: В. Рентген пришел к своему сверхнеобыкновенному открытию, исследуя такое вот свечение, отнюдь не сверхнеобыкновенное. Таинственное сияние кристаллов в профессорской лаборатории вюрцбургского Физического института так похоже на столь же загадочное тление гнилушек, с которым сталкивались все желающие в общедоступной лаборатории природы, идучи, например, за грибами... Если вспомнить еще о повальном тогда увлечении спиритизмом, которое не миновало иных ученых, то легко представить, что означала «лучевая лихорадка», с быстротой эпидемии распространившаяся по всему миру.

Тем более важной видится сейчас миссия настоящих ученых, которые строго научно, методично, подобно В. Рентгену, исследовали феномены, заставлявшие терять самообладание даже трезвые умы. Таким разведчиком науки был и А. Беккерель.

Он рассуждал примерно так. Если люминесценция действительно сопровождается испусканием икс-лучей, то фотопластинки непременно будут засвечены ее источником сквозь плотный оберточный материал. Вызвать же ее не проблема. Достаточно подержать на солнечном свету подходящие препараты.

Таких минералов у А. Беккереля была целая коллекция, лучшая в Париже. Он выбрал соль урана, фосфоресцирующую особенно интенсивно. И в погожий зимний день выставил ее кристаллики за окно на несколько часов. А под них была подложена фотопластинка, надежно укутанная в плотную черную бумагу. Кроме того, между ней и солью лежала фигурная металлическая прокладка. Чтобы на негативе отпечатался силуэт препятствия, когда икс-лучи сделают свое дело (если, конечно, они существуют в соответствии с гипотезой А. Пуанкаре).

Все получилось именно так, как планировал А. Беккерель. Разумеется, одно подтверждение — еще не подтверждение. Опыты повторялись, варьировались. Суть оставалась прежней. Урановое соединение, начинавшее

люминесцировать под действием солнечных лучей, заставляло фотоэмульсию чернеть. Значит, ее засвечивает радиация, проходящая сквозь светонепроницаемый пакет. Разумеется, рентгеновская. Какая же еще, если она всепроникающая?

Окончательно утвердившись в этих выводах, А. Беккерель доложил их 24 февраля 1896 года Французской академии. Их восприняли как нечто долгожданное, само собой разумеющееся. Там уже поговаривали: пора выбросить капризные рентгеновские трубки за борт, их вовсе не обязательно использовать, чтобы получать икс-лучи. Но через месяц А. Беккерель был вынужден опровергать А. Беккереля, себя самого. И многих других, уверившихся в его авторитетных свидетельствах. А заодно и А. Пуанкаре, торжествовавшего победу теоретической мысли, и тех, кто, ставя аналогичные эксперименты, праздновал триумф Его Величества Опыта. Требовалось мужество, чтобы признать: лаврами увенчан не по праву, что попишешь, поторопился с проверкой гипотезы, не учел всех возможных неожиданностей. Неловко, конечно, перед коллегами, но истина дороже.

Сюрприз, подстерегавший исследователя, оказался и неприятным и радостным. Это случилось в пасмурные дни, когда новые опыты, естественно, не проводились, обрабатывались лишь результаты прежних. И вот однажды были проявлены пластинки, которые не выставляли на солнце. Они лежали в темном шкафу, ожидая своего часа, когда небо станет, наконец, чистым.

Как ни поразительно, и они оказались засвеченными! Но почему? А. Беккерель знал: они лежали в темноте рядом с урановым соединением. И видел: на них четко запечатлены автографы его кристаллов!

Что было дальше, ясно: загадка — догадка — проверка... Постепенно все стало на свои места. Оказалось, фосфоресценция тут ни при чем. Вместе с ней отмели и рентгеновскую радиацию. Заговорили о лучах А. Беккереля, тоже невидимых, тоже всепроникающих. Вскоре выяснилось, что их испускает и торий. Так, в «рентгеновский год» была открыта радиоактивность.

В 1898 году добавились еще два радиоактивных элемента — полоний и радий. Их обнаружили супруги М. Склодовская и П. Кюри, изучая открытую А. Беккерелем радиацию. Э. Резерфорд задался вопросом: чем

она отличается от рентгеновской? И нашел: первая отклоняется магнитным полем, вторая нет. Затем, перегораживая путь беккерелевским лучам тонкой алюминиевой пластинкой, убедился, что в их потоке — неодинаковые составляющие. Одна их разновидность задерживается тонкой металлической преградой, другая нет.

Так мир узнал об альфа- и бета-лучах, не подозревая, что это частицы. А вскоре услышал и о гамма-излучении: оно было открыто П. Виллардом (1901 г.). Тот установил, что оно очень похоже на рентгеновское: не отклоняется ни магнитным, ни электрическим полями.

В 1900 году Э. Резерфорда осенила догадка: альфа-лучи, испускаемые радием, — атомы гелия, отрывающиеся с большой скоростью. К 1903 году это было продемонстрировано изящным экспериментом. Все ахнули: один химический элемент превращается в другой! Вернее, даже в два: радий в гелий и радон.

Атом оказался делимым! Рухнула господствовавшая 2400 лет концепция, считавшая его вечно неизменным и неразрушимым, не рождающимся и не умирающим. Кто бы мог подумать, что это начнется с икс-лучей и произойдет всего через несколько лет после «рентгеновского года».

Такова цена ошибки, допущенной и затем исправленной А. Беккерелем. Но вот ведь что любопытно: икс-лучи, которые он искал вне рентгеновской трубки, действительно можно было найти именно там, где он начал свою разведку. Их испускают некоторые радиоактивные изотопы. Иные непосредственно, исторгая их из собственных атомных недр. У других это не первичное, а вторичное явление: излучение, которое возникает при обстреле металлической мишени микропулями, альфа- и бета-частицами. Иначе говоря, оно могло встретиться и А. Беккерелю, когда тот вставлял фигурные металлические прокладки между фотопластинкой и урановой солью, которая, как установил Э. Резерфорд, с силой выбрасывает альфа- и бета-частицы.

Мало того, свечение некоторых минералов вполне логично связывать с рентгеновской радиацией, как пытался делать А. Пуанкаре. Действительно, если она генерируется содержащимися в них радиоизотопами, то может вызвать рентгенолюминесценцию таких минералов. Без помощи катодной трубки!

Правда, нельзя не оговориться: рентгеновская радиа-

ция от изотопных источников тысячекратно слабее, чем от испускающих ее специальных трубок, во всяком случае, нынешних. Так что практически А. Беккерель едва ли имел возможность зарегистрировать столь тонкие эффекты, хотя теоретически она и тогда была реальной.

Так мы впервые столкнулись с естественными генераторами этой радиации, которые слабее современного рентгеновского аппарата, тем более ускорителя или атомного реактора. Однако изотопные ее источники применяются широко, поскольку они малогабаритны, а значит, компактнее, легче и, кроме того, дешевле.

И еще, как видно, и В. Рентген, и А. Беккерель, и любой человек, и вообще род людской имел дело с икс-лучами с того самого времени, как появился на свет. Причем не только с небесными, но и земными — теми, которые испускаются, например, почвой, вернее, вкрапленными в нее радиоизотопами. Речь идет о естественной радиоактивности, которая окружает нас всегда и везде.

Правда, ее средний уровень (фон) мизерен: как мы помним, он не превышает 0,125 рентгена за год, причем на $^{2}/_{3}$ обусловлен именно земными факторами и лишь на $^{1}/_{3}$ — небесными (космические лучи).

— Читатель свыкся с тем, что не только в небесах, но и в земных условиях рентгеновская радиация возникает при высоких температурах: ядерные взрывы и все такое прочее. Или при высоких скоростях порождающих ее электронов: в катодных ли трубках, в синхротронах или туманностях. А у нас под ногами? Разве атом — рентгеновский аппарат?

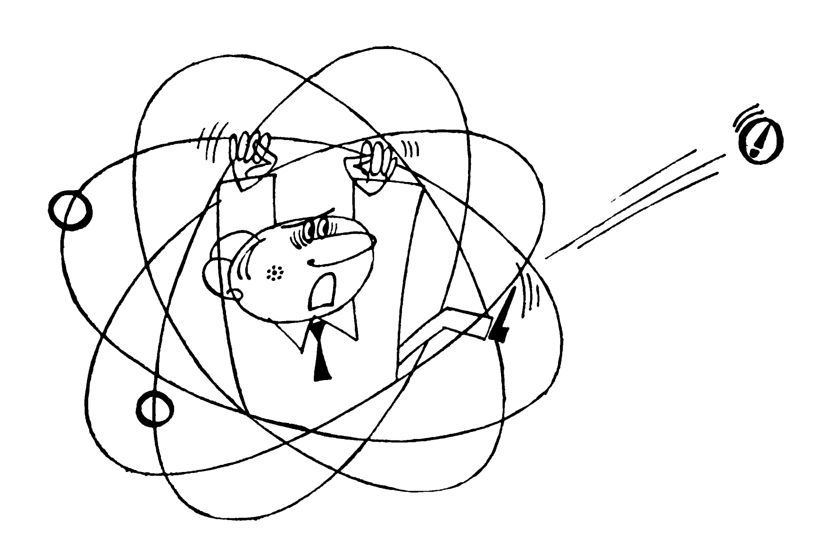
— Ах вот оно что! Вы затронули интересный вопрос, и на нем стоит, пожалуй, остановиться поподробнее.

«Этого не может быть, потому что этого быть не может никогда». Примерно так отреагировали авторитеты на открытие, о котором пойдет речь.

...Три с лишним десятилетия подряд наука об атоме «пробавлялась» только тремя разновидностями радиоактивности: альфа, бета, гамма. Первые две были вписаны в азбуку ядерной физики, если помните, Э. Резерфордом в 1899 году, третья — П. Виллардом в 1901-м. Лишь в 1934 году супруги Ф. и И. Жолио-Кюри опознали среди беглецов из ядра позитрон (близнец электрона, но уже без отрицательной характеристики: у него заряд противоположного знака — положительный).

Наступил 1935 год.

Братья И. и Б. Курчатовы, несмотря на молодость, не были «зелеными» новичками ни в физике вообще, ни в атомной в частности. 32-летний И. Курчатов уже десятый год работал в Ленинградском физико-техническом институте. С 1932 года возглавлял там отдел ядерной физики. Б. Курчатову тоже не были чужды проблемы радиоактивности, хотя занимался он больше полупроводниками. Однако явление, с которым столкнулись оба, могло озадачить и маститых ветеранов науки об атоме.



В начале 1935 года счетчик ядерных излучений бесстрастно возвестил сотрудникам курчатовской лаборатории о том, чего на первый взгляд быть не должно.

Исследователи взяли бром и стали бомбардировать его нейтронами, открытыми совсем недавно — в 1932 году. Ожидалось, что этот элемент даст, как обычно, две свои активные разновидности: одну — с 18-минутным периодом полураспада, другую — с четырехчасовым. Так, по крайней мере, свидетельствовали опыты итальянца Э. Ферми, который впоследствии, в 1942 году, запустил первый атомный котел.

Что же, смесь и впрямь дала радиацию обоих типов, но... Одновременно обнаружилось и другое излучение —

неведомое. Оно уменьшало свою интенсивность вдвое не через 18 минут и не через 4 часа, а лишь по прошествии полутора суток.

У брома два стабильных изотопа: один с массовым числом 79, другой — 81. Поглотив нейтрон, первый превращается в бром-80, второй — в бром-82. Оба новорожденных атома активны, причем ни один из них, судя по результатам Э. Ферми, не должен быть столь долговечным. Откуда взяться более живучему?

Тщательный анализ, исследования и расчеты И. Курчатова, Б. Курчатова, Л. Мысовского и Л. Русинова привели к однозначному заключению: налицо новый тип радиоактивности, ускользнувший от зорких глаз Э. Ферми.

Выяснилось, что полуторачасовым периодом обладает бром-82. Ни один из двух других упомянутых сроков жизни, более коротких, к нему касательства не имеет. Оба они относятся к брому-80. Парадоксально, но факт: атомы-близнецы неодинаковы. При полной идентичности химических и физических свойств, ядерной и электронной структуры часть атомов брома-80 уменьшает общую интенсивность радиации вдвое через 18 минут, а часть — через 4 часа.

Как оказалось, в последнем случае особенность ядер в том, что они возбуждены. Излучая гамма-кванты, ядра переходят в основное, более устойчивое, состояние и начинают испускать те же электроны, что их более спокойные двойники.

Так к уже известным типам радиоактивности примкнула ядерная изомерия. Сейчас былые диковинки, ядерные изомеры, исчисляются многими и многими дюжинами.

Открытие братьев И. и Б. Курчатовых, Л. Мысовского и Л. Русинова стало в один ряд с открытиями Э. Резерфорда, П. Вилларда и супругов Ф. и И. Жолио-Кюри. Но признано оно было не сразу. «Трудно поверить в существование изомерных, атомных ядер, то есть таких, которые при равном атомном номере обладают различными радиоактивными свойствами. Мы надеемся после проведения экспериментов узнать, стоит ли заниматься вопросом об изомерных ядрах» — так на физическом съезде в Цюрихе в 1936 году заявила Л. Мейтнер, которая вскоре открыла деление урановых ядер.

Справедливости ради надо сказать, что Л. Мейт-

нер тогда же добавила: «Предположение о существовании изомерных ядер дало бы возможность объяснить искусственные превращения урана».

В 1938 году ядерную изомерию обнаружили Н. Ферев и Э. Бретчер (Англия). Повторно и попозже. Тем не менее в 1963 году один канадский научный журнал, посвященный проблемам ядерной энергии, поместил таблицу видов радиоактивности, где в качестве первооткрывателей фигурировали... британские специалисты, а не советские. Неосведомленность?

Но не ради этого затеян разговор о ядерной изомерии. Ее механизм поможет нам понять, как атом превращается в рентгеновскую трубку микроскопических размеров.

Выше говорилось, что рентгеновской и гамма-радиации принадлежат соседние области на непрерывном спектре, причем одна незаметно переходит в другую. Там же поднимался бессмертный вопрос, детски наивный и философски мудрый: где начало того конца, которым оканчивается начало? Теперь, познакомившись с ядерной изомерией, мы, возможно, сумеем пусть не распутать, а хотя бы разрубить этот гордиев узел.

Гамма-излучение может быть мягче рентгеновского. И наоборот: рентгеновское — жестче гамма-излучения. Притом различить их физически невозможно! Почему же тогда оба они называются по-разному? Может, просто потому, что одно было открыто раньше другого, а когда установили их тождество, традиция увековечила терминологическую путаницу? Попробуем разобраться.

Вскоре после того, как Э. Резерфорд «разделил неделимый», а затем подготовил его «архитектурный проект» в виде планетарной модели, стало постепенно выясняться, что в атоме сосуществуют как бы два микромира. Во-первых, центральное ядро. Во-вторых, периферийные (орбитальные) электроны. С первым начали связывать гамма-радиацию, со вторыми — рентгеновскую. И тут есть своя логика.

Вспомним, что значит один элемент превращается в другой. По сути, вот что: из одного ядра возникает другое. При этом второе, «дочернее», может образоваться в возбужденном состоянии, которое неустойчиво. Чтобы обрести стабильность, «дочь» испускает гамма-кванты, после чего «успокаивается». Такие пе-

реходы обычно мгновенны, отнимают что-то около 10^{-12} секунды. Но длительность их резко возрастает с уменьшением энергии переходов (а стало быть, и жесткости гамма-квантов). В некоторых случаях процесс завершается через часы, дни, месяцы, годы, десятилетия.

Иначе говоря, из одинаковых ядер иные могут существовать в основном, иные — в возбужденном состоянии. Вот их-то и называют изомерами (от греческого «изос» — «равный» и «мерос» — «доля»). И тут начинается самое интересное.

Оказывается, у многих из них переход к устойчивости не сопровождается столь заметным внешне эффектом, как «пушечный залп» гамма-квантами, покидающими атом. Возбужденное ядро может избавиться от избыточной энергии иначе, на внутриатомном уровне. Передать ее своим же спутникам-электронам. Те, в свою очередь, переходят в неустойчивое состояние, возбуждаются. И один из них вылетает вон из атома. Это так называемая внутренняя конверсия (от латинского «изменение», «преобразование»). Нас интересует не сама она, а ее следствие: вместо гамма-излучения (первичного, ядерного) наблюдается рентгеновское (вторичное, орбитальное). Как же оно рождается?

Когда один из электронов покидает их компанию навсегда, на освободившееся место тотчас перескакивает другой. Возможна и последующая «перетасовка», поскольку заполнение одной вакансии влечет за собой появление другой. А каждый прыжок с орбиты на орбиту сверху вниз сопровождается испусканием кванта энергии, который тем мощнее (жестче), чем значительней разница между верхним и нижним уровнями. Но в любом случае эта вторичная радиация мягче первичной, не состоявшейся. Она может быть видимой, световой, и незримой, рентгеновской.

Так генерируют ее и радиоизотопы, которые вкраплены в любую горную породу... — в Антарктиде ли, в Сахаре или Сибири. Для этого им не нужна высокая температура, не требуется тепло, подводимое извне. Напротив, они сами нагревают земную кору и лежащую под ней мантию, выделяя энергию в процессе распада.

А в недрах Солнца, которые раскалены до многих

миллионов градусов? Там, как мы знаем, доминирует именно рентгеновская радиация. Порождается она опять-таки электронами, но свободными, оторванными от своего атома, ставшего ионом. При той несусветной жаре они наделены огромной энергией. Сшибаясь, тормозясь, они теряют ее, испуская жесткие кванты. Возможны, конечно, и другие механизмы. Например, ион, сталкиваясь со сверхскоростными частицами, возбуждается и, переходя в более спокойное состояние, выбрасывает избыток энергии сгустками — рентгеновскими квантами. Он действует как пулемет: подзарядка, стрельба. И так далее.

Нечто подобное происходит с плазмой и на Земле, при ядерных взрывах например.

Электроны работают и в рентгеновской трубке. Разогнанные внешним электрическим полем, они с силой ударяются в антикатод. Замедляясь в плотной среде металла, то есть опять-таки теряя энергию, они высвобождают ее в виде жестких квантов. Тормозом служит внутреннее электрическое поле, создаваемое ядрами бомбардируемого вещества. Пролетая поблизости от них, быстрые заряженные частицы вынуждены преодолевать это препятствие, на что и расходуют свои силы.

Наконец, в ускорителе электронов они излучают в том же диапазоне при взаимодействии с магнитным полем (синхротронный эффект).

Итак, куда ни посмотришь, первоисточники икс-лучей — не что иное, как электроны, самые многочисленные и самые миниатюрные рентгеновские трубки, сконструированные самой природой, действующие как внутри атома, так и вне его.

А как с гамма-радиацией? Когда разобрались, что к чему, ей стали приписывать особое происхождение. Какое же еще? Конечно, ядерное! Но со временем восклицательный знак сменился вопросительным.

Обнаружилось, что и гамма-излучение может быть тормозным, то есть не ядерным, а электронным по своей природе. Оно рождается, например, когда заряженные частицы, разогнанные ускорителем, бьют в мишень и как бы «вязнут» в ней. Оно же может возникнуть, когда сверхбыстрые электроны сталкиваются со своими двойниками-антиподами — позитронами. Когда частица соударяется с античастицей, обе они способны

аннигилировать, как бы исчезнуть, оставив вместо себя сгусток энергии — гамма-квант. Полагают, такое нередко случается в просторах вселенной. Не исключено, что именно этим обусловлена гамма-радиация, которая идет от всего космического океана равномерно (диффузный фон). Она же регистрируется при распаде некоторых элементарных частиц, к примеру, нейтральных пи-мезонов.

Мало того, она может возникать из... рентгеновской. И еще более мягкой — ультрафиолетовой, даже видимой. Сталкиваясь со сверхбыстрыми электронами, ускоренными магнитным полем межзвездного пространства, и отбирая у них энергию, кванты становятся намного более мощными, жесткими. Так обычный свет превращается в гамма-лучи.

Словом, гамма-лучи отнюдь не всегда связаны с ядром генетически. Если же они так похожи на рентгеновские, то почему те и другие столь четко отграничиваются нами на непрерывном спектре? Почему увековечено их различие вместе с традиционными обозначениями — буквами «икс» и «гамма»?

Так снова возникает старый, но не стареющий вопрос: где начало того конца, которым оканчивается начало? Как тут не вспомнить легенду о гордиевом узле, который не могли распутать, несмотря на все старания. Что делать? Разрубить его мечом — такое решение, ничтоже сумняшеся, принял и осуществил Александр Македонский. Рассечь же непрерывный спектр на рентгеновскую и гамма-область со всей определенностью значило бы уподобиться великому полководцу, блистательно продемонстрировавшему примитивный подход к непростой задаче.

— Вопросов о «начале того конца...» можно напридумывать сколько угодно. Например: где пределы всех диапазонов невидимого излучения, начиная с ультрафиолетового и кончая областью самой жесткой гамма-радиации? Где ее самая дальняя граница, что потом? И т. д., и т. п.

— Браво, прекрасная мысль! Особенно «и т. д., и т. п.». Почему бы и впрямь не продолжить, скажем, так: а нельзя ли преобразовать одно излучение в любое иное?

Начнем с такого конца: нельзя ли покончить с неуправляемостью звезд? Не торопитесь со скепсисом:

речь ведь не о звездах сцены или спорта, которые порой бывают абсолютно неуправляемыми, а о настоящих небесных созданиях, подобных нашему дневному светилу.

Вот картина, нарисованная воображением не писателя-фантаста, а ученого-астрофизика. Почему бы не представить, что когда-то удастся (а может, уже и удалось какой-нибудь внеземной цивилизации) контролировать течение ядерных реакций в звездах? Естественно, не потехи ради, а с тем, чтобы противопоставить



слепой стихии дальновидный разум. Предупреждать, например, самовольные вспышки и угасание солнц, лучше удовлетворять энергетические потребности человечества.

Так рассуждает профессор И. Шкловский. Физическая основа этой его действительно фантастической идеи — гипотетическая пока возможность создать сверхлазер, работающий на волне длиной около 10^{-10} сантиметра, что соответствует одновременно рентгеновскому и гамма-диапазону. (Здесь как раз тот участок спектра, где они перекрывают друг друга на стыке.)

Если на Земле такой луч будет иметь поперечник

в 10 метров, то на расстоянии в 10 световых лет — всего лишь 10 километров. При столь малой расходимости поток радиации сохранит такую плотность, концентрированность энергии, что проникнет в глубь термоядерной топки звезды и сможет, если надо, стимулировать горение.

Хорошенькое дело: шуровать этак в небесной «печке» сверхдлинной рентгеновской или гамма-«кочергой»! Ну а если не замахиваться на столь грандиозную затею, которая скептикам наверняка покажется прожектерской? Идея остается заманчивой и при гораздо меньших масштабах ее реализации.

Когда (если, конечно) появятся термоядерные электростанции, их, как уже говорилось, будет целесообразно размещать в космосе. Не только потому, что там в готовом виде есть сверхглубокий вакуум, необходимое условие их работы. Дело еще и в другом: нужно предотвратить перегревание земной поверхности, чреватое катастрофическими последствиями. Энергию оттуда придется передавать по необычному «прямому проводу» — лучу, как бы с помощью электромагнитной рапиры, пронзающей атмосферу. При этом $^4/_5$ тепловых отходов останутся за пределами воздушного щита.

Рукотворные солнца, зажженные в межпланетном пространстве, тоже потребуют регулировки. Ясно, что они окажутся источниками мощной рентгеновской радиации, которая будет уносить тепло из их недр. А там должна поддерживаться температура в сотни миллионов градусов, не опускаясь ниже определенного критического уровня. Кто знает, может, и здесь понадобится лазерная «кочерга», чтобы мгновенно вводить ее в глубь топки и подогревать в нужных местах хрупкое облако плазмы.

А если не понадобится, она пригодится в других случаях на Земле. Для того, например, чтобы влиять на технологические процессы в обычном реакторе — химическом, не термоядерном. Могут возразить: но и так уже сегодня на них воздействуют рентгеновскими лучами! Притом успешно: стимулируют полимеризацию, крекинг и другие важные превращения веществ. Нужны ли здесь квантовые генераторы этой радиации?

Подобный скептицизм вроде бы небезоснователен: подобных генераторов пока нет, и неизвестно, изобретут ли их вообще. Однако такой же точно была ситуа-

ция с обычными лазерами незадолго до того, как они стали реальностью не только теории, но и практики за несколько лет — с 1956 по 1961 год. А ныне прочно вошли в наш обиход.

Создать такие приборы, работающие в рентгеновском диапазоне, не менее заманчиво. Но конечно, и не менее сложно. Какими, например, должны быть для них резонаторы? В обычном лазере это обычные зеркала, расположенные лицом к лицу, параллельно друг другу. Многократно отражаясь от них и умножаясь лавинообразно, кванты света все больше пополняют и уплотняют свои ряды, пока не увеличат ударную мощь настолько, чтобы вырваться наружу через полупрозрачный экран. Но рентгеновскую радиацию недаром называют всепроникающей: она пройдет сквозь такие резонаторы, словно Алиса в Зазеркалье...

Тем не менее положение небезнадежно. Вспомним: плоский камень, с силой брошенный по касательной к водной глади, отскакивает рикошетом, хотя потонул бы незамедлительно, если бы упал отвесно. Мы уже знаем, как действуют рентгеновские телескопы с зеркалами скользящего падения. Там достигается практически полное отражение от тщательно отполированной металлической поверхности. Тот же принцип используется и в рентгеновских микроскопах, дающих увеличение в 100 тысяч раз.

Есть и иные трудности, притом немалые. Недооценивать их нельзя, но и переоценивать тоже не стоит.

А вот другая перспектива — она уже становится реальностью. Можно взять обычный квантовый генератор и преобразовать его радиацию в ультрафиолетовую. Если делать ее все более жесткой, то вполне вероятно превратить и в рентгеновскую.

Лазерное излучение монохромно, как сказал бы художник, или монохроматично, как поправил бы физик. Согласимся и поспорим с обоими: оно действительно одноцветно (от «моно» — «единый» и «хрома» — «окраска»), но так или иначе это не вполне корректно, как заметил бы математик. Оно ведь может быть невидимым(скажем, инфракрасным).

Вот почему в таких случаях говорят: излучение характеризуется одной частотой. И опять-таки это не вполне точно. Ему на спектре соответствует не линия, а полоска, правда, сравнительно узкая. Примерно так

же, как на шкале радиоприемника каждой станции отведен свой мини-диапазон пусть небольшой, но уловимой ширины.

Лишь после таких оговорок можно, наконец, сказать главное. В 1961 году выяснилось, что лазерное излучение способно удваивать свою частоту, проходя «через некоторые специально подобранные кристаллы». Иными словами, вдвое укорачивать свою волну. Вскоре обнаружилось, что сократить ее длину можно и втрое и вчетверо...

Один из самых мощных лазеров — неодимовый. Он работает на волне $1,06 \cdot 10^{-4}$ сантиметра. Если ее уменьшить вдвое (до $0,53 \cdot 10^{-4}$ сантиметра), незримая радиация (инфракрасная) превратится в видимую (зеленую). А если втрое (до $0,35 \cdot 10^{-4}$ сантиметра), — то в ультрафиолетовую.

Между тем возможно гораздо большее сокращение. Скажем, в 9 раз. Тогда получится $0,12 \cdot 10^{-4}$ (или, что то же самое, $1,2 \cdot 10^{-5}$ сантиметра). А это уже у самой границы с рентгеновским диапазоном, который начинается с 10^{-5} сантиметра.

Спрашивается: чем плохи обычные рентгеновские кванты, нужны ли еще и лазерные? При такой постановке вопроса придется ответить: рассматриваемые индивидуально, порознь, они ничем не отличаются друг от друга. Иное дело их поток в целом. Вместе взятые в такой компании они отличаются разительно.

Начнем с «одноцветности». Ее не обеспечивают рентгеновские трубки. Их «продукцию» приходится делать менее широкополосной с помощью специальных фильтров-монохроматоров, которые отсекают лишнее по краям, ограничивая остаток обычно пределами от $2 \cdot 10^{-8}$ до $6 \cdot 10^{-10}$ сантиметра. Можно сузить рамки, но это значит, что аппаратура, притом дорогостоящая, будет в еще большей степени работать на «отходы производства», изнашиваясь и потребляя электроэнергию высокого вольтажа. Точь-в-точь как токарный станок, когда он снимает стружку в таком количестве, что от громадины-болванки остается фитюлька-заготовка. И это еще полбеды.

Беда в том, что излучение от обычных источников (не исключая и радиоизотопных) никогда не превзойдет лазерное по своей плотности и остронаправленности. В первом случае кванты разлетаются веером, как

дробь при выстреле из охотничьего ружья. Во втором они бьют в цель кучно, словно шрапнель, донесенная до мишени упакованной в пушечное ядро.

Допустим, там и тут одинаковы и калибр (монохроматичность), и количество (первоначальная интенсивность). Все равно качество будет неодинаковым. В первом случае кванты движутся как бы рыхлой хаотической россыпью, во втором — тесно сомкнутыми рядами, которые до конца напоминают связку прутьев. Отсюда и различные эффекты.

Можно ли увидеть на Луне «зайчик» от зеркальца, отразившего пламя разом вспыхнувшей коробки спичек? Казалось бы, чушь, не хватит ни дюжины, ни тысячи коробок, зажженных одновременно! Даже если сфокусировать свет от такого костра лучшей оптической системой. Между тем на лазерную локацию нашего естественного спутника затратили столько энергии, сколько выделяется десятком горящих спичек.

Известно, что на советском луноходе был установлен французский уголковый отражатель. Он стал мишенью для квантового генератора, с помощью которого точнее, чем когда-либо, измерено расстояние до Луны. Световое пятно оказалось достаточно ярким. Именно потому, что его «посадил» концентрированный луч, какого не даст ни один обычный прожектор, даже наимощнейший. Но даст прибор гораздо меньших размеров — лазер. В его вспышке, длящейся триллионную долю секунды, сконденсирована энергия в 100 миллиардов киловатт. Это в тысячи раз больше, чем у крупнейшей в мире электростанции — Красноярской ГЭС (6 миллионов киловатт).

От такого «подмигивания» становится жарко даже тугоплавким металлам и другим жаропрочным материалам. Собственно, их так и долбят теперь, прожигая отверстия нужного диаметра сгустками электромагнитных волн, действующими как бронебойные снаряды, выпускаемые очередями из скорострельной пушки.

Не менее удивительные вещи обнаружились, когда сфокусированное лазерное излучение направили в газовую среду.

Могло почудиться, будто сверкала молния и громыхал гром. С характерным звуком, напоминающим щелканье бича, проскакивала длиннющая, в десятки

метров, искра. А в ней возникало миниатюрное подобие тому огненному шару, который образуется при атомном взрыве. Выяснилось: так можно получать термоядерную плазму. Уже достигнуты температуры в 20 миллионов градусов (выше, чем в недрах Солнца). Они все ближе к тем, которые необходимы, чтобы «пошел термояд», управляемый синтез легких ядер.

Эти и многие другие поразительные эффекты открыты и изучены в Физическом институте Академии наук СССР, где работают «отцы» квантовой радиоэлектроники — академики А. Прохоров и Н. Басов.

Ну а где же все-таки рентгеновская радиация, о которой мы не вправе забывать ни на миг? Ее тоже порождает удар лазерного «копья». Кстати, именно по ее характеристикам измеряются температуры плазменных сгустков, гибельные для любых термометров. Пробуя в качестве испаряемых мишеней различные вещества, получили необычный источник рентгеновских лучей. Во-первых, сверхкомпактный, практически точечный. Во-вторых, весьма интенсивный: его мощность — миллион киловатт! Правда, она опять-таки кратковременна (на миллиардные доли секунды). Впрочем, это может оказаться чрезвычайно полезным. Скажем, в медицине. Именно такие импульсы (огромной силы, но ничтожной длительности) позволяют проводить ювелирную операцию: приваривать отслоившуюся сетчатку на самом дне глаза. Нежный орган зрения нимало не повреждается световым «уколом».

Примеры бескровной хирургии с помощью квантового генератора, как, впрочем, и другие иллюстрации сказочных его возможностей, легко умножить, они ныне широко известны. Между тем до того, как он вышел из лабораторной колыбели, ни о чем подобном даже не помышляли. Думается, столь же трудно представить перспективы, которые откроет такой прибор, работающий в рентгеновской области. Он мог бы привести к еще более неожиданным или более сильным эффектам, чем уже известные. В частности, термическим, которые сегодня шире всех прочих применяются в лазерной технологии (резка, плавка, сварка, пайка и так далее). Если допустить, что его радиацию удастся фокусировать, как у нынешних квантовых генераторов, в игольчатый пучок толщиной с длину собственной волны, кончик его оказался бы во много раз острее, а то-

чечный укол — результативнее. Стало бы более тонким орудие проникновения в живую клетку, которое позволяет воздействовать на отдельные микроструктуры, не затрагивая остальных.

Увеличились бы возможности избирательно влиять на определенные химические связи. И таким образом лучше управлять различными превращениями веществ в человеческом организме, лабораторной колбе или заводском аппарате — реакциями синтеза, разложения, процессами катализа. Особое значение для такой селективности имеет возможность плавно перестраивать частоту. Существующими лазерами этого типа уже перекрыта сплошь довольно значительная полоса спектра, которая становится все шире.

Не исключено, что когда-нибудь к ним примкнут рентгеновские и гамма-квантовые генераторы. А там — кто знает? — появится, может быть, похожий излучатель корпускулярных потоков, столь же плотных, остронаправленных, дальнобойных. Возможность концентрировать их в такой пучок уже обсуждается, правда, пока на уровне гипотезы. Но их предтеча у читателей перед глазами — луч ускорителя: там ведь заряженные частицы собраны в узкий направленный пучок.

Что ж, и частицам в конце концов присуща волнообразность. Разумеется, ярче всего она выражена не у них, а у электромагнитных колебаний радиодиапазона. Но и там она постепенно убывает с ростом частоты — при переходе к инфракрасной области: то же самое — в оптической, ультрафиолетовой...

Ну а жесткие рентгеновские и особенно гамма-кванты напоминают уже скорее корпускулы; недаром они могут регистрироваться по отдельности, единичными импульсами. Так что переход к «настоящим» частицам не есть скачок через некую пропасть. Они ведь те же волны, даром что корпускулы.

Словом, при всех отличиях мы не вправе забывать здесь об огромном сходстве, двуединстве противоположных на первый взгляд начал. Демаркационные линии, нанесенные нами на спектр, весьма и весьма условны. Если бы его оптическую область выделяли не мы, люди, а, допустим, существа с глазами пчел, отлично воспринимающими ультрафиолет, границы видимого на электромагнитной шкале передвинулись бы ближе к рентгеновскому диапазону.

— А способно ли воспринимать рентгеновскую радиацию хоть одно из живых существ?

— Вероятно, не одно, а множество.

— Быть может, есть и люди, которые ее хоть как-то воспринимают? Разумеется, без специальных приборов.

— Сомневаюсь. Положительные ответы на этот вопрос, правда, попадаются в литературе, но, увы, в публикациях, которые не заслуживают доверия.

— Хорошо, если немыслимо «экстрасенсорное» восприятие рентгеновских лучей, то разве исключено какое-то иное, скажем, зрительное? Организм ведь так или иначе реагирует на них, если они его лечат и, бывает, калечат!

— На них реагирует не только живая, но и мертвая природа. Например, соль, способная к рентгенолюминесценции. Это не значит, что они воспринимаются специальными рецепторами в физиологическом смысле слова.

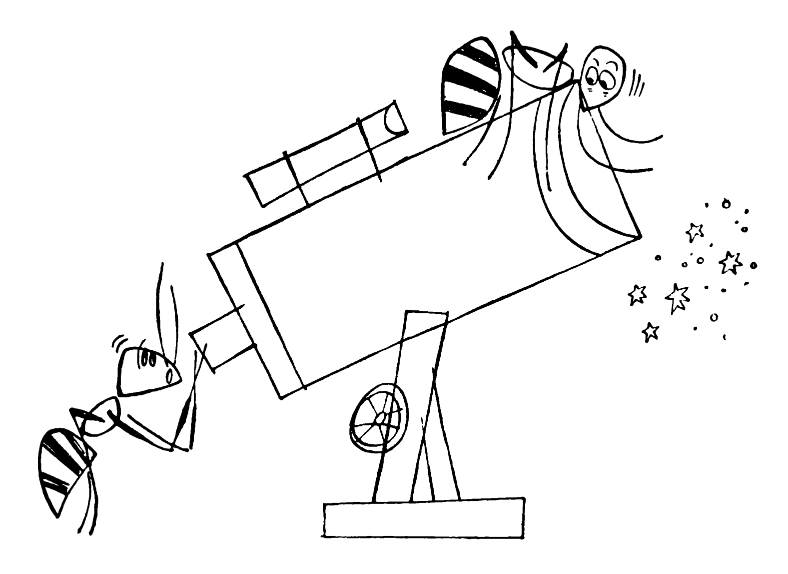
— А где, собственно, грань между такими вот особыми «приемниками» организма и какими-то иными механизмами его реакции?

— Сказать правду, вопросы непростые. Зато интересные. Давайте подумаем вместе.

Способен ли в действительности какой-то орган нашего тела испускать рентгеновские кванты? Почему бы и нет! Их источниками вполне могут стать там радиоизотопы, которые попадают в организм извне и обычно скапливаются в тех или иных тканях, а не распределяются равномерно.

Естественная радиоактивность (гамма-радиация) животных почти на 90 процентов обусловлена присутствием калия-40. Регистрируя ее у посетителей выставочного павильона, где демонстрировался такой счетчик квантов, ученые сделали неожиданное открытие. Оказалось, она неодинакова у мужчин и женщин. Вероятно, потому, что калий-40 аккумулируется главным образом мышечными клетками. Тут же был предложен основанный на таком различии оригинальный способ распознавать не глядя, он это или она. Метод, очевидно, многообещающий в связи с укоренившейся модой на дамские брюки и мужские локоны, причем нет никакой гарантии, что мини-юбки типа шотландских не будут столь же популярны у представителей сильного пола, как шорты у прекрасной половины человечества.

Радиоактивностью своего тела мы обязаны разным изотопам не только калия, но и углерода, радия, урана... Полная ее величина, измеренная снаружи, в среднем около 200 тысяч распадов ежеминутно. Внутри она больше: приведенный результат занижен потому, что не учитывает поглощение волн и частиц тканями. Детекторами в счетчике всего тела служат сцинтилляционные датчики — кристаллы йодистого натрия, которые регистрируют импульсы в виде вспышек-искорок на мерцающем люминесцентном экране. Как видно, и тут понадобился



искусственный «всевидящий глаз». Наши естественные органы чувств здесь слепы и глухи. Тем, кто сомневается, предлагается проверить и убедиться на себе самом: как-никак тысячи распадов в минуту на каждый килограмм живого веса. Только не стоит пугаться: это несравненно ниже предельно допустимых концентраций и доз.

Итак, все мы еще в материнской утробе, когда не приспело время собирать ни бутылочные наклейки, ни сигаретные пачки или иные «произведения искусства», становимся коллекционерами редкостей и древностей. Древностей потому, что радиоизотопы появились на Земле раньше самой первой надписи на сосуде, раньше

первого человека. Редкостей же потому, что их в окружающей нас среде сравнительно мало, они рассеяны повсюду в ничтожных количествах.

Правда, атомный век уже наследил у нас под ногами и над головой: на суше, на море и в воздухе. Глобальное радиоактивное загрязнение биосферы в 1973 году составило 1,5 миллиарда кюри в результате ядерных взрывов плюс 0,005 миллиарда кюри из-за поступления реакторных отходов в Мировой океан (1 кюри—$37 \cdot 10^9$ распадов в секунду). Самоочевидна настоятельная необходимость распространить договор, запрещающий испытания ядерных бомб в атмосфере и на поверхности Земли, на все государства, которыми он еще не подписан.

К счастью, средняя радиоактивность вокруг нас не столь велика. Но, накапливаясь в тканях животных и растений, она может стать в сотни и тысячи раз выше, чем в окружающей среде. Например, по стронцию-90 (гамма-излучатель) у зеленых водорослей — выше в 1600 раз.

Сообщалось о глубоководных рыбах, извлеченных из океанской впадины, у которых «позади глаз светились большие органы, испускавшие, помимо обычного излучения, также рентгеновское». Спрашивается: может ли оно генерироваться в клетках? Да, если туда попали, скажем, гамма-излучатели. Они ведь могут, как мы знаем, давать рентгеновские и световые кванты в результате внутренней конверсии. А без радиоактивности, занесенной извне?

Рентгеновская радиация, если она генерируется в организме, то скорее всего благодаря разве лишь радиоизотопам, попавшим извне. Ну а могут ли воспринимать ее живые существа какими-то рецепторами?

«Планарии ориентируются по слабому гамма-излучению (всего в 6 раз интенсивнее природного) и способны различать местонахождение его источника, — читаем в книге А. Пресмана «Электромагнитные поля и живая природа» («Наука», 1968 г.). — А некоторые эксперименты с муравьями указывают на возможность существования у них информационной взаимосвязи, основанной на ионизирующих излучениях».

Проблема интересна, даже, возможно, не только теоретически. Если планарии столь чутки к проникаю-

щей радиации, то они могли бы послужить ее живыми детекторами. А муравьи?

Еще в XIX веке у них была обнаружена способность реагировать на ультрафиолет. Их взяли себе в помощники братья Анри, французские астрономы. Поместили в коробке под окуляр телескопа, направленного на участок неба, где предполагалось существование невидимых космических объектов, которые не регистрировались даже чувствительными фотопластинками.

В один прекрасный момент «взятые в штат обсерватории» насекомые вдруг засуетились, забегали, и что же? Хотите верьте, хотите нет: по авторитетному свидетельству, они «нашли свою звезду».

Подобные результаты воспроизводились неоднократно. Говорят, все заявки на открытия, поданные братьями Анри по сигналам своих «сотрудников», получили подтверждение в последующих наблюдениях, когда использовались апробированные методы.

А что, если муравьи столь же чутки и к более жесткой радиации? Не пригодятся ли их секреты бионике, использующей «патенты» живой природы? Для того, например, чтобы усовершенствовать детекторы рентгеновской и гамма-астрономии?

Конечно, если планарии и муравьи реагируют на проникающее излучение, это еще не значит, что они его видят или как-то иначе воспринимают непосредственно неким специализированным «датчиком». Не исключено, что, воздействуя на биохимические структуры, быть может, даже разрушая их, оно способно нагревать ткани, и тогда те же планарии — ресничные черви длиной до 35 сантиметров, живущие в воде и почве, — могут ориентироваться на источник тепла («горячо — холодно») подобно локатору боевых ракет. Правда, это относится скорее к сильной радиации, которая для планарий не столь губительна, как для более высокоорганизованных существ. А к слабой? Почему они столь восприимчивы? Исчерпывающего ответа нет.

У насекомых органы чувств не столь примитивны. Глаза, например, намного более совершенны, а имеющий их да увидит. И вот, если для человека область видимого ограничена пределами от $8 \cdot 10^{-5}$ до $4 \cdot 10^{-5}$ сантиметра, то для пчел, скажем, ультрафиолет оказывается самым ярким тоном в их оптическом диапазоне и становится незримым лишь при длине волны меньше

$3 \cdot 10^{-5}$ сантиметра. А воспринимает ли пчела рентгеновские лучи? Опять вопрос, который не выяснен пока досконально.

Можно лишь гадать: если они как-то ощущаются, то, возможно, благодаря неким вторичным эффектам. Каким именно? Тепловым, как у планарий? Трудно сказать. Возможно, и «почти непосредственно». Вот поясняющая аналогия. У людей, подвергшихся воздействию электромагнитного поля в УКВ-диапазоне, отмечались зрительные галлюцинации, которые связывались испытуемыми с одной и той же точкой пространства. Если излучение было прерывистым, оно вызывало слуховые галлюцинации: жужжанье, щелканье, свист. Источник звука (мнимый) четко «слышался» где-то в затылочной или височной области головы. Столь же определенно проявлялись и осязательные ощущения — зуд, покалывание, толчки — у тех, кто находился внутри большой катушки с током или рядом с антенной мощной радиостанции.

Но все это лишь отдаленная аналогия. Многое здесь сомнительно, не уточнено, не изучено вообще, можно сказать, непочатый край исследований.

— Витая мыслью в небесах, человек нашел там и рентгеновские звезды, и бог знает что еще, а то, что у него, извините, под носом, «сомнительно, не уточнено, не изучено»...

— Удивительно не то, сколько человек еще не знает, а то, сколько он уже узнал, располагая весьма скромными возможностями органов чувств, данных ему природой. Не воспринимая зрением те же рентгеновские лучи, он увидел с их помощью невидимую «терра инкогнита», целую вселенную.

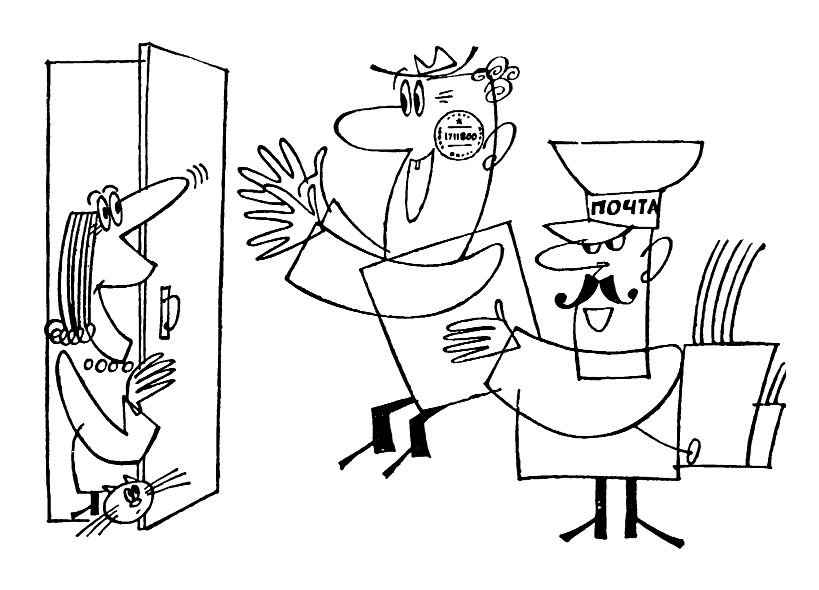
— Опять о революции в астрономии?

— Зачем? Необязательно. Благодаря им человек рассмотрел не только мегамир, но также микро- и макрокосм, самого себя, наконец.

«Мы слышим пронзительный крик пантеры, но не улавливаем эхо-сигналы в виде стаккато от «чириканья» охотящейся летучей мыши. Мы восхищаемся красной розой, но не можем воспринять ультрафиолетовые отражения, которые одни только и могут привлечь внимание пчелы, не различающей красного цвета. Наша кожа ничего не рассказывает нам о тонкой чувствительной системе миноги, воспринимающей электричество, хотя

мы и реагируем на сильные разряды скатов, способные оглушить их добычу. Мы ощущаем жаркое дыхание печи, но не те слабые тепловые лучи, которые помогают змее находить в темноте свою жертву...»

Это из книги Л. Милна и М. Милн «Чувства животных и человека». В ней подчеркивается: сегодня, как никогда раньше, бросается в глаза вся ограниченность мирка, который можно познать нашими органами чувств. И беспредельность горизонтов, распахнутых перед нами искусственными рецепторами и анализаторами былого недоступного.



Если говорить о естественных наших «датчиках информации», то при всей незаменимости каждого из них особенно важен зрительный аппарат. Он дает нам 80—90 процентов сведений о мире. Разумеется, он ничуть не обесценивается, напротив, становится все драгоценнее сегодня, когда приходится столько читать. Речь идет не об одних лишь книжках с картинками: подвижные тени на люминесцирующем экране, недвижные силуэты рентгенограммы, показания стрелок на циферблатах приборов, кривые, вычерченные пером самописца, числовые данные, поступающие от компьютера... Все это лишь

некоторые примеры сигналов, преобразованных в наиболее удобную для восприятия форму.

Человек поистине читает книгу Природы. А прочитал ли он сам себя?

...«Срочно телеграфьте копию Ивана Петровича Сидорова, если не можете прислать его самого первым же авиарейсом». Такая депеша на любой почте сегодня вызвала бы коварные ухмылки по адресу гражданина отправителя: вот, мол, еще одна жертва «зеленого змия»...

Да, разговор пойдет о «безумной идее». Она подана и проанализирована «отцом кибернетики» Н. Винером. Американский ученый ссылается поначалу на новеллу Р. Киплинга «С ночной почтой». В ней английский писатель изложил свою утопию: воздушные полеты, расширяя непосредственные контакты вопреки любым расстояниям, настолько прочно объединят мир, что войнам придет конец, а все важнейшие международные проблемы станет возможно решать в Бюро авиационного управления. «Будучи влюблен в технические безделушки, подобные собранию колесиков, которые крутятся и шумят, он делал упор на физическую транспортировку человека, а не на передачу языка и идей», — комментирует Н. Винер идиллию Р. Киплинга.

В книге «Кибернетика и общество» Н. Винер рассматривает возможность «летать телеграфом» со скоростью света, которая недоступна ни ракетам, ни тем паче самолетам, не говоря уж о поездах и автомобилях. Суть чрезвычайно проста: передать настолько полную информацию о данном человеке, дабы можно было воссоздать его копию в любом месте из других «стройматериалов». Реализация необычайно сложна: необходима развертка организма на всех этажах иерархии от макро- до микроуровней.

Сегодня любой из нас может людей посмотреть и себя показать с помощью фототелеграфа. Или по телевидению. Но прежде чем наше изображение перелетит со скоростью света в любую точку планеты, оно должно быть развернуто в строчки электронным лучом передающей трубки, с тем чтобы потом оно было нарисовано таким же электронным лучом на экране приемника, опять же построчно. Так всему миру мы можем продемонстрировать свой портрет не только в статике, но и в динамике. Средства телеметрии столь же быстро

и точно переправят данные о состоянии нашего организма.

И все же этого мало. Чтобы как можно полнее охарактеризовать нашу индивидуальность, надо «прощупать конструкцию до последнего винтика». Тут-то и помогут нам рентгеновские лучи.

Действительно, видимый свет, отражаясь от кожи и одежды, позволит электронному карандашу нарисовать лишь внешность. А незримая радиация? Радиоволновая сразу же отпадает: она либо огибает нас, либо в УКВ-диапазоне неглубоко проникает в наши ткани, как во время сеансов прогревания токами УВЧ в поликлинике. Инфракрасная? Она позволит рассмотреть нас в темноте, но опять-таки снаружи, не изнутри. Ультрафиолетовая? Тоже не проникает внутрь.

Остается рентгеновское и гамма-излучение. Но для последнего мы чересчур прозрачны: оно беспрепятственно прошло бы даже через бронзовую нашу копию; чего уж говорить о живом оригинале статуи с массой мягких мест, даже если это стальные мускулы и золотое сердце. Ну а рентгеновское? Тоже должно быть «в меру всепроникающим».

Если длины его волн лежат в пределах от 10^{-5} до $2 \cdot 10^{-8}$ сантиметра, оно называется мягким, если от $2 \cdot 10^{-8}$ до 10^{-12} сантиметра, то жестким. Годится близкое к «золотой середине» — от $2 \cdot 10^{-8}$ до $6 \cdot 10^{-10}$ сантиметра.

Теперь мы можем разглядеть свой внутренний мир во всем его богатстве. Только вот беда: сколь бы многогранными ни показались мы себе в полумраке рентгеновского кабинета, наше телеизображение представит любого из нас экстраплоским. Ибо телевидение пока еще не стало стереоскопическим. Впрочем, оно рано или поздно будет объемным. Надежды на это укрепляет прогресс голографии.

Название ее происходит, как известно, от «голос», что по-гречески означает «полный», то есть «весь целиком». Это особая разновидность съемки, предложенная Д. Габором (Англия) в 1948 году. Сходство-отличие здесь таково.

Вспомним, что вытворяет приятель, пытаясь увековечить нас с помощью фотокамеры. Допустим, он освещает нас лампой-вспышкой. Отбрасываемые нами лучи рассеиваются вокруг как попало и частично попадают

на фотоэмульсию. При голографическом способе объект съемки получает урезанный сноп света от того же источника: часть потока перегораживается зеркалом и, минуя объект, отражается на ту же эмульсию. Что дает такое наложение прямых и рассеянных лучей?

Если взглянуть на проявленную и закрепленную пластинку невооруженным глазом, можно подумать, что она испорчена. Никакого изображения, сплошная черная вуаль. Но под микроскопом виден правильный узор из светлых и темных извилистых полосок. Это результат интерференции: волны, отброшенные объектом и зеркалом, складывались и вычитались, где-то усиливая, а где-то гася друг друга. Возник черно-белый орнамент. Если теперь пропустить через него свет от того же источника, перед нами появится долгожданное изображение, притом не плоскостное, а трехмерное.

Следует добавить, что источник этот лазер. Именно он, по сути, сделал возможной голографию. Сыграли роль важные его особенности, которые нам уже известны. В отличие от обычной лампы-вспышки или солнца он дает не пеструю смесь разных по частоте и другим характеристикам электромагнитных колебаний, а единую, как на подбор, череду равновеликих волн, или, если угодно, однокалиберных квантов, выдерживающих геометрическую правильность своих плотно сомкнутых колонн и шеренг. Именно это помогает формированию идеальной интерференционной картины.

Голограмму можно получить и в рентгеновских лучах. Если потом пропустить через нее видимый свет, то изображение окажется крупнее, притом во столько раз, во сколько одна волна длиннее другой (световая — рентгеновской). Первые же попытки принесли обнадеживающие результаты. В 1964 году изготовили таким способом фотографию мушиного крылышка; увеличение оказалось 150-кратным. Ее качество превзошло все ожидания: ведь это была стадия первых проб.

Новая «сверхлупа» совершенствуется. Она позволит разглядеть мельчайшие детали наших органов. Представьте: кровеносный сосудик сердца или мозга, увеличенный в сотни раз! Притом в объемном изображении на экране стереотелевизора перед глазами врачей, ставящих диагноз за тридевять земель от пациента. И друг от друга. Да, на такой заочный консилиум можно со-

звать лучших специалистов, находящихся в разных уголках страны, даже за рубежом.

Здесь, пожалуй, пора «открыть карты». В конце раздела «Организм в качестве сигнала» Н. Винер признается, что вопрос, как «телеграфировать человека», рассматривает сугубо теоретически. И главным образом для того, чтобы читатель лучше понял автора: в основе сообщения — передача сигналов, которую вовсе не обязательно связывать с передвижением человеческих тел. Ибо в принципе возможна транспортировка идей, а не людей, даже в том случае, когда кажется совершенно необходимым заполучить ту или иную персону. Любой индивидуум может быть, вообще говоря, достойно представлен исчерпывающей информацией о нем, которая заменит его в назначенном месте в назначенное время.

Пусть и нам послужит подобный прием фантастического эскиза. Он наглядней проиллюстрирует мысль о том, как раздвинулись пределы познания, когда искусственные датчики информации добавились к естественным. А это имеет не только теоретическое, но и практическое значение; понятно, почему речь зашла о консилиуме диагностов.

Человек, да и вообще организм тут лишь один из примеров; можно было бы взять и другой объект. Но раз уж мы взяли себя, вернемся к собственной развертке. Конечно, технически она нереальна, по крайней мере сегодня· Как отмечал сам Н. Винер, одна только зародышевая клетка, с которой начинается наш организм, содержит такое количество наследственной информации, которое больше, чем объем сведений во всей многотомной Британской энциклопедии. Между тем в процессе деления, когда из этой единственной клетки получаются сперва две, потом из двух — четыре, восемь, шестнадцать, тысяча, миллион и так далее, они постепенно дифференцируются, специализируются. Одни становятся нервными, другие — мышечными, третьи — костными...

Построчная развертка взрослого организма подразумевает считывание информации лучами, прощупывающими всю его микроструктуру. Но не разрушат ли они молекулы, клетки, ткани? Попробуем разобраться, памятуя, что наша цель — не расшифровка некоего мистера Икс для передачи телеграммой, а экскурсия в мир невидимого, освещенный незримыми икс-лучами.

Так вот, с их помощью мы можем детально рассмотреть не только ткани, но даже самую маленькую из 50 триллионов клеток нашего тела. Ее поперечник — несколько микронов (теперь, правда, эти единицы называются иначе: микрометр, что значит 10^{-6} метра, а в удобной для нас размерности — 10^{-4} сантиметра).

Здесь можно использовать рентгеновский микроскоп. Он увеличивает в 100 тысяч раз. И позволяет разглядеть довольно мелкие детали — габаритами до 10^{-6} сантиметра. Конечно, разрешающая сила электронного микроскопа, который к тому же дает большее увеличение (в полмиллиона раз) еще выше (в десятки раз). Но электронный луч разрушает живое. А рентгеновский нет.

Шагнем еще на ступеньку ниже. Заглянем в красное кровяное тельце диаметром около $5 \cdot 10^{-4}$ сантиметра. Красное оно потому, что содержит гемоглобин. Сколько молекул этого белка в одном таком крохотном шарике — эритроците? Оказывается, 280 миллионов. Каждая состоит из 10 тысяч атомов, как бы нанизанных на длиннейшую нить, словно бусинки ожерелья, причем вся цепочка спутана в клубок. Узнать ее строение помог рентгеноструктурный анализ. Именно он наряду с электронографией играет главную роль там, где нужно найти расположение атомов в молекуле и даже расстояния между ними. А можно ли «потрогать» каждый из них, «до последнего винтика конструкции»?

Мы помним, что всепроникающее излучение — одновременно ионизирующее. Этим оно отличается от радиоволнового и от инфракрасного, которые тоже, в общем-то, внедряются в организм, но неглубоко. Главное же, оба они ограничиваются тем лишь, что раскачивают молекулы, вызывая ощущение тепла.

Иначе ведет себя видимая радиация, которая не проходит сквозь кожные покровы. Когда она падает на нас — от солнца ли, от лазера или лампы, — мы ее рассеиваем в разные стороны. А что это значит в микромасштабах? Вот что: отдельные ее порции поглощаются какими-то из наших электронов, которые тем самым немедленно возбуждаются и тут же выбрасывают ее, переходя в прежнее состояние. Освободившись, этот квант изменяет направление движения по сравнению с первоначальным. Но и только. Частоту свою он сохраняет той же, что и до «пленения».

Точно так же поступает и ультрафиолет. Правда, он несколько агрессивнее, что любители солнечных ванн неоднократно испытали, как говорится, на собственный шкуре. Он способен нарушать химические связи в молекулах. И вышибать электроны из атомов, расположенных на поверхности материала.

А рентгеновский квант, который куда мощнее? Угодив в электрон, он тоже может передать ему свою энергию целиком и выбить его «из седла». Происходит ионизация, причем не только в тонких наружных слоях, но и глубоко внутри любых веществ и существ. Этот механизм взаимодействия доминирует, если излучение мягкое. А если более жесткое? Оно способно рассеиваться на свободных электронах: его кванты, теряя часть своей энергии, изменяют направление полета.

В последнем случае перед нами уже не фотоэффект, а эффект Комптона, названный так по фамилии первооткрывателя, американского ученого. Именно в этом феномене впервые во всей полноте проявились корпускулярность электромагнитных колебаний. Похоже, будто взаимодействуют не волна и частица, а две корпускулы, сталкиваясь, как движущийся бильярдный шар с покоящимся.

В реальных условиях эффект Комптона нередко наблюдается и тогда, когда электроны не свободны, а связаны в атоме. Мощные сгустки электромагнитной энергии вышибают их оттуда вон. Происходит опять-таки ионизация, притом еще более глубокая.

Как видно, опасения Н. Винера вполне резонны. «Прочитать человека» построчно, словно книгу, означало бы внести массу «опечаток», не говоря уж о том, что «развертка мистера Икс в телеграмму» была бы равносильна перепечатке (и порче) триллионов британских энциклопедий.

Что же касается возможности воссоздать двойника, то она не утопия. Только достигается это иным путем.

— Неужели можно воссоздать двойника?

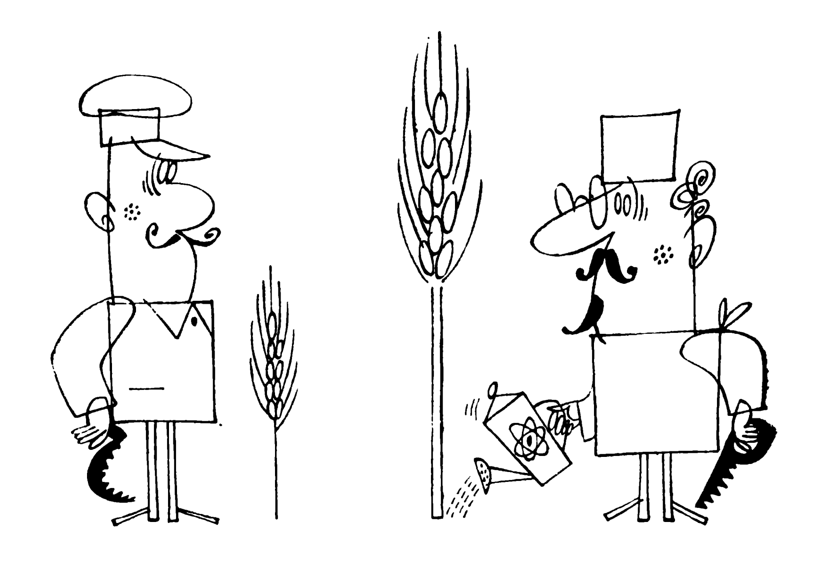
— Да. Представьте: из одной-единственной клетки, отторгнутой от вашего тела и помещенной в естественную или искусственную «биологическую колыбель», вырастает ваш «альтер эго» («другой «я»), полностью повторяющий вас и, разумеется, ваши таланты. Вы оба окажетесь абсолютными близнецами, разве только не одного возраста: разница может составлять многие го-

ды. Так любую редкостную одаренность удалось бы сделать бессмертной. Можно вообразить такое переиздание не в одном экземпляре, а массовым тиражом.

— Опять на грани фантастики!

— Что попишешь, такова сегодня наука. И стать ей фантастичной помогли рентгеновские лучи.

«Когда весь земной шар будет организован и численность его населения доведена до 3 миллиардов, тогда на земном шаре будет постоянно 37 миллионов поэтов, подобных Гомеру, 37 миллионов ученых, равных Ньютону, 37 миллионов драматургов, равных Мольеру, и так со всеми мыслимыми талантами», — полагал Ш. Фурье, великий французский социалист-утопист. Эту цитату комментируют порой иронически: приведенные подсчеты подтверждают со всей очевидностью, что их автор воистину был настоящим утопистом.



Действительно, на нашей планете уже более 4 миллиардов человек, а таких, как Гомер или Ньютон, увы, не дюжины миллионов и даже не просто дюжины.

Допустим, однако, по милости фортуны появится гений такой мощи. Классический силлогизм напоминает: «Все люди смертны. Сократ — человек. Следовательно...» И потом снова ждать столетиями? Оказывается,

помимо такой надежды на случайный «выигрыш в биологическую лотерею», теоретически существует иная возможность.

Н. Винер рассуждал о копировании людей с помощью их развертки и телеграфной передачи. Он не дожил до того дня, когда прогресс биологии открыл новую перспективу. Речь идет о ювелирной операции: ядро обычной соматической (телесной, не половой) клетки пересаживается в зародышевую, куда вместе со своими хромосомами переносит всю наследственную программу. Так любой индивидуум может быть воспроизведен где угодно и когда угодно без какой-либо расшифровки его генетического кода. Нужна лишь трансплантация в материнское чрево или в имитирующую его «биологическую колыбель». Подобные операции проводились (разумеется, на животных).

Отдаваясь полету воображения, мы можем представить, как фенотип данного взрослого организма размножается с его генотипом в заданном числе копий. И тогда может воплотиться в жизнь мечта Ш. Фурье о 37 миллионах Гомеров или Ньютонов, непрестанно возрождающихся в том же количестве и качестве. Впрочем, идея рассматривается чисто теоретически. Чтобы проиллюстрировать мощь современной науки.

Хорошо, а при чем тут рентгеновские лучи?

С ними связан настоящий переворот в учении о наследственности, о жизни вообще, подготовивший нынешний рывок биологии.

Более полувека назад обнаружилось, что благодаря им можно искусственно вызывать мутации. Впервые это было доказано академиком Г. Надсоном, заведующим лабораторией Государственного рентгенологического и радиологического института, совместно с молодым сотрудником Г. Филипповым. В 1925 году «Вестник рентгенологии и радиологии» напечатал их историческую статью «О влиянии рентгеновых лучей на половой процесс и образование мутантов у низших грибов». На публикацию советских ученых мало кто обратил внимания, которого она заслуживала.

Зато аналогичные результаты, полученные с помощью той же рентгеновской радиации в экспериментах с плодовой мушкой-дрозофилой, стали сенсацией на V Международном генетическом конгрессе (1927 г., Берлин). Еще бы: их автором был уже известный

Г. Меллер, один из тех, кто вместе со знаменитым Т. Морганом (оба из США) в 1912—1915 годах разрабатывал хромосомную теорию наследственности.

Доклад повлек за собой бум поисков, напоминавший рецидив «лучевой лихорадки». Все как бы разом прозрели, увидев: появился мощный инструмент исследований, который обещал намного ускорить дальнейшее развитие этой теории. Действительно, в ее обосновании, начатом в 1910 году Т. Морганом, первостепенную роль сыграли именно мутации, обнаруженные у дрозофилы. И вдруг выяснилось, что необязательно ждать, когда они появятся по милости природы. Что возникают они вопреки распространенному тогда мнению отнюдь не только спонтанно, самопроизвольно, но и по воле человека, воздействием извне, притом без особого труда и в любом количестве. «Любой генетик, зайдя на один-два часа в рентгеновский кабинет, может получить интересный материал на добрый год работы», — писали тогда профессор А. Серебровский и его молодой сотрудник Н. Дубинин, ныне академик, директор Института общей генетики Академии наук СССР.

Именно тогда, в 1928 году, изучая изменения наследственности, вызываемые рентгеновскими лучами у дрозофилы, Н. Дубинин сделал важное открытие. Поначалу оно было принято с недоверием, ибо противоречило теории великого Т. Моргана, которая в то время стала общепризнанной, и существенно ее корректировало.

Согласно Т. Моргану гены представлялись неделимыми атомами наследственности. Дескать, если какие-то из них изменяются в процессе мутации, то всякий раз целиком. Н. Дубинин же убедился, что любой из них способен мутировать и по частям. Ученый предложил модель сложного гена, изобразив его расчлененным на дольки, расположенные цепочкой и названные центрами.

«Черт возьми, да это как в физике, где до конца XIX века считали атом неделимым, а теперь нашли в нем целый мир взаимодействующих элементарных частиц, — вспоминает академик Н. Дубинин в книге «Вечное движение». — Специальный анализ обнаружил, что отдельные центры чаще мутируют, чем другие, что указывало на наличие горячих точек в гене. Все

это предвосхищало открытия, сделанные затем в эпоху молекулярной генетики».

Да, и в биологии былой «неделимый» оказался делимым, причем, как некогда в физике, все начиналось опять-таки с рентгеновских лучей. Благодаря им еще до того, как мир услышал о первой ядерной бомбе, а затем о первой атомной электростанции, сложилась радиационная генетика, ставшая впоследствии обширной областью исследований, важной не только теоретически.

«Не только в медицине нам даст практические результаты изучение изменчивости микробов. В сельском хозяйстве, в бродильных заводских производствах получение стойких вариантов микробов с желаемыми свойствами... может иметь огромное значение. Если бы далее удалось физиологам и агрономам получить при помощи рентгеновских лучей или радия такие же наследственно стойкие расы возделываемых растений с ускоренным ростом, с повышенной в несколько раз против обыкновенного урожайностью, как это мы получали для дрожжей, то какой чрезвычайной важности для народного хозяйства получились бы результаты!» — писал академик Г. Надсон в 1931 году.

Тем временем уже полным ходом велись работы в этом направлении. Их начали в 1928 году А. Сапегин в Одессе и Л. Делоне в Харькове, экспериментировавшие с пшеницей. Сообщение А. Сапегина «Рентгеномутации как источник новых сортов сельхозрастений» (1934 г.) ознаменовало рождение радиационной селекции. Ее быстрое развитие дало столько достижений, что их трудно даже перечислить. Достаточно напомнить, что среди новых разновидностей культурных растений, внедренных в производство за последнее время, свыше 80 являются радиомутантами. С ними связана и «зеленая революция». Так назвали переворот в сельском хозяйстве, развернувшийся в 60-х годах, после того как удалось вывести высокоурожайные сорта пшеницы, риса и других зерновых.

А гордость фармацевтики XX века — антибиотики, спасшие миллионы жизней? Первые партии пенициллина, полученные в начале 40-х годов, были дороже золота. Удешевить этот препарат, сделать его общедоступным лекарством позволили рентгеновские лучи. Благодаря им стало возможным повысить продуктивность

грибка пенициллиум в несколько раз, что обычной селекции оказалось не под силу.

Так, воздействуя на организмы проникающей радиацией и затем проводя отбор, человек как бы ускоряет биологическую эволюцию. Притом значительно, порой тысячекратно: можно добиться, чтобы изменения наследственности, полученные искусственно, наблюдались в тысячу раз чаще, чем за тот же период в естественных условиях.

Конечно, нельзя забывать, что мутации, вызванные радиацией, полезны для вида лишь в ничтожном меньшинстве (1—2 из тысячи), в подавляющем же большинстве своем вредоносны. Если речь идет о радиационной селекции животных и растений, вопрос решается просто: искусственным отбором, который позволяет закрепить в потомстве хорошие свойства, а плохие отмести вместе с их носителями. А если речь идет о радиационной генетике человека?

Уже говорилось: род людской подвергается облучению с тех пор, как появился на Земле. Ибо всегда существовал естественный фон радиоактивности. В последние десятилетия он несколько повысился (в основном из-за ядерных взрывов). В среднем же для планеты, к счастью, ненамного. Как мы знаем, ныне он дает 0,125 рентгена за год.

Но к этой дозе добавляют свою лепту другие источники радиации. Скажем, светящиеся наручные часы (до 0,05 рентгена за год), фосфоресцирующие циферблаты на приборном щите самолета (до 1,3 рентгена за год).

Между тем достаточно 10 рентген, чтобы частота мутаций у человека удвоилась по сравнению с естественной. Ясно, сколь важно оберегать людей от облучения. Оно должно быть сведено к минимуму даже в медицине, где вызвано суровой необходимостью. И уж совершенно излишне там, где без него вполне можно обойтись (одно время в США, Англии и других странах Запада стали делать рентгеновские снимки позвоночника или ног в ателье одежды и обуви).

Будущее человечества олицетворяют 130 миллионов новорожденных, которые ежегодно приходят в мир. Увы, 4 процента из них — это миллионы — появляются на свет «наследственно отягощенными». Иначе гово-

ря, имеют те или иные генетические аномалии, психические и физические (дефекты нервной и кровеносной, мышечной и костной, эндокринной и других систем). Более того, как показали обследования в Канаде, доля эта за 1965—1976 годы увеличилась там на 1 процент.

Конечно, виноваты здесь не только излучения. Вместе с отходами индустрии и транспорта, с ядохимикатами, применяемыми сельским хозяйством, выбрасываются десятки тысяч веществ, способных вызывать мутации. А в этом преуспели не только канадцы, но и их соседи: на США, занимающие 6 процентов суши, приходится 40—50 процентов промышленных отходов, загрязняющих нашу планету. «Рекорды» же такого рода нельзя считать «внутренним делом» той или иной страны. Биосфера на всех одна, и ее не разгородить границами политической карты.

Если вспомнить, что иные государства еще не присоединились к договору о прекращении испытаний ядерного оружия в атмосфере и на поверхности Земли, то вполне понятной станет тревога генетиков за судьбы рода людского: не грозит ли человечеству деградация?

Здесь многое еще неясно. Впрочем, очевидно одно: надо обезопасить людей от окружающих нас мутагенных фактов. Прежде всего положить конец радиоактивному и любому иному загрязнению среды. Но едва ли целесообразно отказываться от рентгеновских лучей, от их применения в медицине. Как же быть?

Возможна химическая защита от вредного их влияния. Уже есть такие противоядия. Будучи введены в организм, они помогают системе восстановления, действующей в клетке, ликвидировать мутации. Некоторые препараты предохраняют хромосомы от поражения, нейтрализуя отрицательные эффекты при довольно солидных дозах (в 50—100 рентген).

После того как в 1969 году удалось отделить от ДНК и получить физически изолированный ген, перед медициной открылась принципиально новая возможность бороться с наследственными недугами, которые некогда казались фатально неотвратимыми. Их будут предупреждать, вводя в организм на зародышевой стадии нормальные гены, которые откорректируют программу его развития еще в материнской утробе.

«Введение нормальных генов в клетки наследствен-

но больных людей будет радикальным лечением, — считает академик Н. Дубинин. — Гибридизация растений, животных и микроорганизмов благодаря введению изолированных генов приобретает неограниченные возможности».

Конечно, немало еще надо сделать, чтобы все это стало реальностью. Предстоит лучше изучить, как влияет на организм среда вообще и, в частности, рентгеновская радиация, какие она вызывает в нем изменения.

Важная роль здесь принадлежит исследованию близнецов, особенно идентичных, тождественных по генотипу. Если у них обнаруживается вдруг заметное несходство, то порождено оно, очевидно, прежде всего различиями в условиях существования, во внешних факторах.

И тут вспоминается перспектива, о которой говорилось вначале: возможность выращивать организмы-копии (разумеется, в эксперименте с животными). Вполне реально получать их целыми партиями однолеток, снова и снова через какой-то промежуток времени, чтобы каждая такая группа одного возраста была отделена от следующей интервалом, скажем, в год. Если выделить контрольные экземпляры, не подлежащие никакому искусственному воздействию (например, облучению), и сравнить с теми, которые ему подвергались, это сопоставление даст ценнейшую картину сходства-различия, охватывающую всю серию поколений. Ясно, что чем ближе к человеку подобные животные генетически, тем легче перенести на него результаты исследований, тем надежнее выводы по аналогии.

— Может сложиться впечатление, будто рентгеновская радиация имела исключительное значение для науки.

— Не только имела, но и по-прежнему имеет.

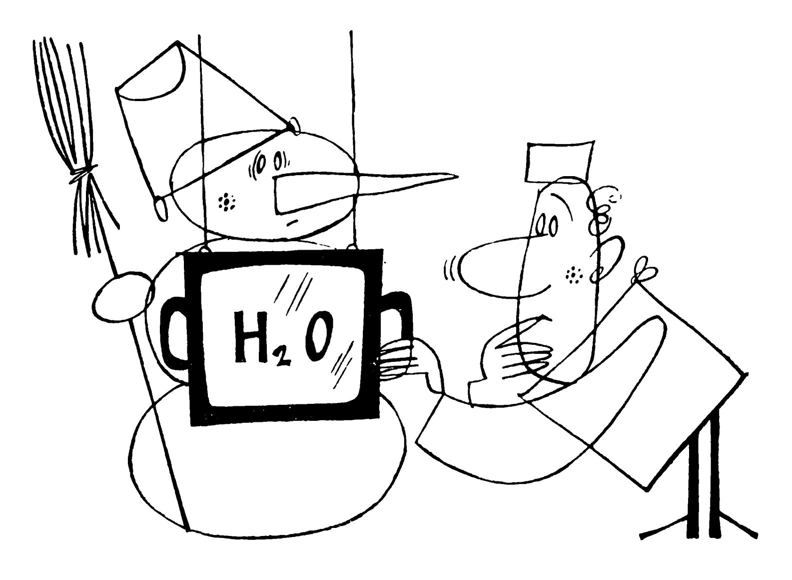
— Не оттого ли, что открыта раньше прочих проникающих излучений и, имея выигрыш во времени, опередила их в применении?

— Да нет, не только и даже не столько поэтому. У нее целый ряд особенностей и преимуществ, которые делают ее незаменимой.

В 1675 году А. ван Левенгук усовершенствовал лупу, добившись 300-кратного увеличения. Взглянув через «волшебное стекло» на капельку воды из Дельфтского

канала, он обомлел: в ней копошились неведомые чудища...

«Александр Македонский отправился в Индию и обнаружил там огромных слонов, каких ни один грек до того времени не видывал. Но эти слоны были так же обычны для индуса, как лошадь для Александра. Цезарь отправился в Англию и наткнулся там на варваров, которые заставили его широко раскрыть глаза от изумления, но эти бритты были друг для друга такой же банальностью, как римские центурионы для Цезаря.



Но Левенгук... Этот привратник из Дельфта проник в новый фантастический мир мельчайших существ, которые жили, рождались, боролись и умирали, совершенно незримые и не известные никому от начала времен», — писал П. де Крюи в книге «Охотники за микробами».

А Рентген? 220 лет спустя этот профессор из Вюрцбурга проник в новый фантастический мир... В мир таинственных невидимок, оказавшийся необъятным, простирающимся от атомных недр до космических глубин.

Икс-лучи позволили заглянуть внутрь любого непрозрачного вещества и живого существа, не нарушая его целостности, и уже одно это говорит о непреходящем

значении их открытия. Но еще в начале XX века обнаружилось, что они способны на большее, чем просто делать прозрачными непрозрачные предметы.

...Мюнхен, 1912 год. В кафе Хофгартен ежедневно встречаются физики, химики, кристаллографы. Это своеобразный клуб, возникший по инициативе А. Иоффе и Э. Вагнера, сотрудников В. Рентгена. Вдохновитель бесед — П. Дебай. Среди их участников — М. фон Лауэ, В. Фридрих, П. Книппинг...

И вот на одном из таких симпозиумов разгораются дебаты вокруг идеи, выдвинутой М. фон Лауэ: нельзя ли икс-лучами исследовать внутреннее строение кристаллов? Первый, кто не верит в ее реализацию, — Э. Вагнер. Его сомнения небезосновательны. Еще В. Рентген в своих знаменитых опытах искал новые эффекты, пропуская открытую им радиацию через кристаллы, но безуспешно.

М. фон Лауэ понимает, что его мысль не вполне оригинальна, мало того, она не нашла подтверждения в экспериментах самого В. Рентгена. Но не сдается, имея на то свои основания. Действительно, не исключено, что кристалл можно все-таки прощупывать икс-лучами. Его решетка — геометрически правильная структура, своего рода ажурная конструкция из атомов, расположенных рядами и разделенных пустотой. Оказалось, что расстояния между соседними рядами того же порядка, что и длина волны рентгеновской радиации.

Известно и другое. Если пропустить обычный свет через узкую щель (шириной с длину его волны), то можно наблюдать его дифракцию. Он даст радужную картину, разложившись без призмы. Ибо составляющие его лучи, огибая края такой щели, отклоняются неодинаково: красные, например, иначе, чем желтые или синие. Кроме того, накладываясь друг на друга, они взаимно усиливаются или, напротив, ослабляются. И на экране появляются чередующиеся темные и светлые разноцветные полоски. По расстоянию между ними, которое легко измерить, и по заранее известной ширине щели нетрудно рассчитать длину волны прошедшего через отверстие света.

По предположению М. фон Лауэ, нечто подобное должно получиться и с рентгеновской радиацией, если пропустить ее через кристалл, где пустые промежутки между шеренгами атомов напоминают щели.

Было заключено пари на коробку шоколада. Чтобы разрешить спор, В. Фридрих поставил на пути икс-лучей кристалл и рядом, сбоку, фотопластинку, чтобы зарегистрировать их, когда они отклонятся под прямым углом. Рентгеновская трубка трещала день за днем, но безрезультатно. Она мешала работавшему в том же помещении П. Книппингу, и он изменил положение пластинки, поставив ее не сбоку, а за кристаллом, дабы на ней ну хоть что-нибудь запечатлелось. И тогда все с удивлением увидели симметричный узор из темных пятен.

«Великое открытие свершилось, — вспоминал впоследствии академик А. Иоффе. — Так появилась знаменитая работа Лауэ, Фридриха и Книппинга. Вагнер был посрамлен, хотя его скепсис немало способствовал быстрой постановке эксперимента».

Так, в 1912 году родился рентгеноструктурный анализ. Поначалу он ограничивался получением и изучением лауэграмм. Это снимки с дифракционной картиной, которая отражает строение того или иного монокристалла — одного более или менее крупного целостного образования (такого, как драгоценный камень). Она позволяет обнаружить дефекты решетки, внутренние напряжения и тому подобное. Но в 1916 году П. Дебай и его коллега П. Шеррер приспособили метод для изучения поликристаллических материалов (таких, как порошки, состоящие из разнокалиберных мелких крупиц минерала, или сплавы, характеризующиеся обычно неоднородностью структуры). Новые разновидности рентгенограмм были названы дебаеграммами. По ним определяют строение и состав образцов, размеры и ориентацию вкрапленных в них зерен или иных включений.

Постепенно выяснилось, что так можно исследовать и не обладающие геометрически правильной структурой материалы, частично упорядоченные и даже аморфные объекты. Причем не только твердые, но также жидкие и газообразные. Что дал этот «всевидящий глаз» науке и технике, лучше всего проиллюстрировать работами, заложившими краеугольные камни молекулярной биологии.

В 30-е годы настоящую сенсацию вызвала находка Д. Бернала и Д. Кроуфут-Ходжкин. На удивление коллегам, английские ученые взялись за рентгеноструктурный анализ веществ, для которых он казался непри-

менимым, — белков. Считалось, что эти длинные органические молекулы, сворачиваясь в клубки, образуют бесформенную, бесструктурную массу. И вот сюрприз: съемка обнаружила у них столь ярко выраженную внутреннюю упорядоченность, что заставила говорить об их кристаллоподобном состоянии.

Но когда английский биохимик М. Перуц в 1937 году вознамерился разобраться таким путем в «архитектуре» гемоглобина, эта затея прослыла бесперспективной. «Мои товарищи не могли смотреть на меня без сожаления, — вспоминает ученый. — В ту пору самым сложным органическим веществом, чье строение было установлено с помощью рентгеноструктурного анализа, оставался краситель фталоцианин, состоящий из 58 атомов. Как мог я надеяться выяснить расположение тысяч атомов в молекуле гемоглобина?»

Проблема оказалась действительно архитрудной, но все же была решена, хотя и не скоро, через 20 с лишним лет. Так появилась широкоизвестная ныне трехмерная модель этого важного биополимера, состоящего из 10 тысяч атомов водорода, углерода, азота, кислорода, серы и железа. Оправдалась ставка на рентгеноструктурный анализ; собственно, он только и подавал надежды на удачу.

Благодаря ему стала возможной и пространственная модель ДНК — дезоксирибонуклеиновой кислоты, содержащей сотни тысяч атомов. Эту знаменитую «двойную спираль» предложили в 1953 году Д. Уотсон и Ф. Крик, воспользовавшись исключительно четкими дифракционными картинами ДНК, полученными М. Уилкинсом. Именно тогда, по мнению специалистов, произошел «гигантский взрыв, изменивший лицо генетики»: была установлена молекулярная природа наследственности.

В 1962 году все трое, а заодно с ними М. Перуц и Д. Кендрю, расшифровавший структуру миоглобина (мышечного белка), удостоились Нобелевской премии. Интересно: из пяти лауреатов только Д. Уотсон — биолог, остальные, по сути дела, физики.

Да, своим нынешним рывком наука о жизни во многом обязана именно физике, ее арсеналу идей и методов. В частности, рентгеновской кристаллографии применительно к биополимерам.

Конечно, просвечивать их можно и гамма-радиацией.

Но для нее они слишком прозрачны. Да и она для них слишком разрушительна. Способна вызвать, например, денатурацию белка — его необратимые изменения (структурные!), наподобие тех, которые наблюдал каждый из нас, поджаривая яичницу.

Понятно, было бы желательно использовать самое безобидное проникающее излучение. Значит, как можно более мягкое? Нет, годится лишь такое, у которого длина волны близка к поперечнику атома (около 10^{-8} сантиметра). То есть именно рентгеновское, пусть не самое жесткое (10^{-12} сантиметра), но и не самое мягкое (10^{-5} сантиметра). Ясно, почему ультрафиолет здесь тем более не годится, не говоря уж о видимом свете.

Представьте: ветер гонит волны по воде. Мы сразу замечаем, если они набегают на какое-то препятствие, даже когда оно скрыто от нас. И могут кое-что рассказать нам о его форме, величине. Наиболее полной информация будет тогда лишь, когда они по своим размерам несколько меньше огибаемого ими объекта. Так и при рассеянии рентгеновских волн веществом. Ведь их пропускают именно затем, чтобы как можно больше узнать о расположении атомов и расстояниях между ними в кристаллоподобном материале.

Разумеется, существует не только рентгено-, но также электроно- и нейтронография. У каждой свои преимущества. И свои недостатки. Чтобы получить столь же четкую дифракционную картину с помощью нейтронов, нужна более сложная техника: их пучок, выпущенный даже из самого мощного ядерного реактора, в тысячу раз менее плотен, чем поток рентгеновских квантов из обычной трубки. С другой стороны, есть объекты, которые лучше исследовать нейтронографически. Пример — сплавы железа, кобальта, никеля.

Дело тут вот в чем. Рентгеновская радиация рассеивается электронными оболочками (а они у многих элементов настолько схожи, что для нее практически на одно лицо). Нейтроны же рассеиваются атомными ядрами. И способны «нащупать» разницу даже между близнецами — изотопами одного элемента, которые абсолютно неразличимы рентгенографически.

Словом, каждому свое. То же можно сказать и об электронографии. Но нельзя не отметить, что при той же плотности потока и прочих равных условиях частицы опасней, чем кванты, для исследуемого образца, осо-

бенно для хрупких биохимических структур. Если нужен неразрушающий анализ, то именно рентгеновские волны подойдут скорее, чем что-либо иное.

Итак, используется не только их поглощение, открытое еще в 1895 году, но и рассеяние, обнаруженное в 1912 году. Первое дает обычные рентгенограммы, хорошо знакомые каждому по диагностическим снимкам в поликлинике. Второе — необычные (лауэ- и дебаеграммы). На них мы не увидим таких теней, по которым сразу же угадывается силуэт просвеченного предмета, скажем, кольца с камнем на пальце. Мы увидим симметричный узор из темных пятнышек, совершенно непохожий на изучаемый объект внешне, но зато математически четко отражающий структурные особенности сплава или минерала.

По такой дифракционной картине, сделав необходимые измерения, специалисты рассчитывают параметры кристаллов. Но эта работа уже проделана для очень многих земных веществ. И теперь, используя ее результаты, мы можем судить о составе любого незнакомого геологического образца, даже лунного или марсианского грунта (достаточно сравнить его рентгеновскую «визитную карточку» с уже известными).

Характеристика столь всепроникающего, поистине «всевидящего глаза» будет неполной, если не упомянуть еще одну доступную ему сферу исследований. Речь идет о получении спектров испускания и поглощения рентгеновской радиации. По ним изучают природу химической связи, находят заряды ионов в твердых телах и отдельных молекулах, проводят количественный и качественный анализ веществ, осуществляют быстрый неразрушающий контроль состава материалов на горно-обогатительных фабриках, металлургических и цементных заводах.

— Наконец-то о заводах, а то все лаборатории да лаборатории!

— Стоит ли противопоставлять те и другие? Производство немыслимо без науки, которая стала непосредственной производительной силой. Это несложно проиллюстрировать и ролью рентгеновских лучей.

— Хорошо, а что еще они делают в народном хозяйстве?

— Многое. Не только определяют состав веществ, но и помогают их изготовлять, стимулируя химические ре-

акции. Отбраковывают недоброкачественные изделия, вскрывая в них внутренние изъяны. Выявляют инородные предметы, попавшие в пищевые продукты. И так далее — всего не перечтешь.

Когда танкер «Пайн Ридж» отправился в очередной рейс, моряки не могли быть уверены, что вернутся домой целыми-невредимыми. Они знали: их «посудина», построенная еще в 1943 году, отслужила свое. Тем не менее она проплавала до 1960 года, до того злополучного декабрьского дня, когда потерпела бедствие в Атлантическом океане, переломилась надвое.

Она проплавала 17 лет, хотя на своем веку побывала в таких переделках, особенно в военное время, которые, казалось, должны были неминуемо закончиться кораб-



лекрушением. Она проплавала 17 лет, а вот ее сверстник «Скенектади» не продержался на плаву и 17 часов. О нет, его погубили не штормовые волны, не торпеда незаметно подкравшейся вражеской субмарины, не ледяная гора, внезапно подвернувшаяся в ночи...

Он погиб нежданно-негаданно, стоя неподвижно в «тихой заводи», у причальной стенки, в безветренную погоду. Танкер той же серии, построенный на американской же верфи, спущенный на воду всего лишь несколькими месяцами раньше «Пайн Риджа», сияющий

свежей краской, без единой царапины, он вдруг переломился надвое, не успев даже выйти на ходовые испытания, которых ждал в полной готовности.

Трагическая случайность? Нет, гибель танкеров — и «Пайн Риджа», и «Скенектади» — не случайность. Но если в первом случае причина была более или менее ясной (хозяева изношенного судна не пожелали тратиться на то, чтобы укрепить корпус), то во втором случае ее пришлось доискиваться дольше.

Стремясь ускорить строительство кораблей (шла война), американские верфи ввели вместо клепки сварку. Сократился технологический цикл. Но сварка сварке рознь. И вот у 430 с лишним цельносварных танкеров и сухогрузов (из 3 тысяч) было обнаружено свыше 570 трещин. Результат оказался плачевным: 20 судов получили перелом от борта до борта, причем два из них еще на верфи.

Увы, доныне не покончено с кораблекрушениями. Их число достигает 150—160 ежегодно. Это меньше, чем в начале XX века (около 400) или в прошлом столетии (примерно 3 тысячи), но сейчас ведь и суда стали крупнее.

Вероятность аварий должна быть сведена на нет. Это относится не только к морскому или речному транспорту, но и к наземному, воздушному, космическому, равно как и к любому сооружению, делу рук человеческих.

Проблема не из легких. Рабочий режим конструкций стал гораздо жестче, чем когда-либо раньше, идет ли речь о высотной телебашне, сверхглубинном буре, трансконтинентальном трубопроводе, атомном ледоколе или космической ракете. И тем не менее конструкции становятся надежнее (недаром кораблекрушений сейчас в 20 раз меньше, чем в XIX веке). Свои заслуги тут есть и у рентгеновской радиации. Она помогает контролировать качество самых разных материалов и изделий, позволяя увидеть недоступные глазу внутренние дефекты — трещины, раковины, непровары, включения.

Принцип ясен: просвечивание. Пустоты, чужеродные тела и прочие изъяны выдают себя на люминесцирующем экране, на обычном фотоснимке или ксерографическом отпечатке. Конечно, сколь бы совершенными ни были наши органы зрения, помощь не помешает. Электронно-оптические преобразователи делают светотеневое изображение крупнее и контрастнее. Если невоору-

женным глазом удается разглядеть дефекты размерами в 0,1—0,2 миллиметра, то с помощью оптических систем — вдесятеро мельче.

Разумеется, отбраковку препоручают и автоматам. А нередко она только им и по плечу. В одном из методов интенсивность проникающей радиации на выходе измеряется по ее ионизирующему действию (например, на газ). В этом случае применяется специальный индикатор, который допустимо устанавливать на достаточно большом расстоянии от обследуемых объектов, что делает возможной проверку их качества и тогда, когда они нагреты до высоких температур.

Такова вкратце совокупность приемов и средств неразрушающего контроля, именуемая рентгенодефектоскопией. Она используется давно и повсеместно, охватывая широкий спектр материалов, от железобетона и металлокерамики до пластмасс и древесины. Но, как и всякий иной метод, имеет свои ограничения. Применительно к сварным и литым деталям из легких сплавов она эффективна при толщине до 250 миллиметров, а из стали — только до 80. На большее обычные промышленные рентгеновские установки не способны. Чтобы отодвинуть предел дальше — до 500 миллиметров, используют бетатроны (ускорители электронов), дающие гораздо более жесткое излучение.

Если же и этого недостаточно, прибегают к гамма-дефектоскопам, у которых диапазон проницаемости, естественно, шире. Кстати, они и компактней, поскольку в них работают радиоизотопные источники. Значит, их легче не только транспортировать с места на место, но и располагать в самых труднодоступных закоулках конструкции (скажем, ракеты, корабля, моста, домны).

Впрочем, и у рентгеновской аппаратуры есть свои преимущества. Во-первых, она абсолютно безопасна, когда выключена, и не нуждается в мощном защитном колпаке. Во-вторых, ее радиация, будучи не столь всепроникающей, как у гамма-пушки, в меньшей степени повреждает чувствительный к ней материал, да и прощупывает его «нежнее», выявляя более тонкие структурные различия, что особенно важно в производстве полупроводников или, например, полимеров.

Надо добавить, что, помимо перечисленных разновидностей дефектоскопии, есть и другие: радиоволновая, инфракрасная, магнитная, электрическая, ультразвуко-

вая. Вот уж подлинно «всевидящий глаз» — целый комплекс разнообразной контролирующей техники, поставленной на службу надежности.

И еще: как видно, на заводы из лабораторий пришли всевозможные приборы и машины, целые агрегаты типа бетатронов, которые некогда слыли принадлежностью разве лишь исследовательских институтов. Производство продолжает «онаучиваться», и это выгодно во всех смыслах. Во-первых, чисто экономически: даже дорогостоящая техника надзора за качеством окупает себя, высвобождая людей, сокращая время контроля, сберегая сырье, снижая процент брака. Во-вторых (по порядку, но не по значимости), с более широкой, человеческой точки зрения: чем прочней, долговечней детали и конструкции, тем меньше риск аварий и катастроф. Все это особенно актуально сейчас, когда решается государственно важная задача — всемерно повышать качество, эффективность продукции, технологии, организации во всех сферах народного хозяйства.

И тут нельзя не оговориться: требование поднять качество относится и к самой рентгеновской технике. Спасибо ей за то, что она делает зримыми скрытые дефекты, однако, чего греха таить, ей тоже присущи внутренние изъяны, которые остаются недоступными разве что поверхностному взгляду неспециалиста, но не наметанному глазу знатока. Впрочем, подробнее об этом — несколько позднее.

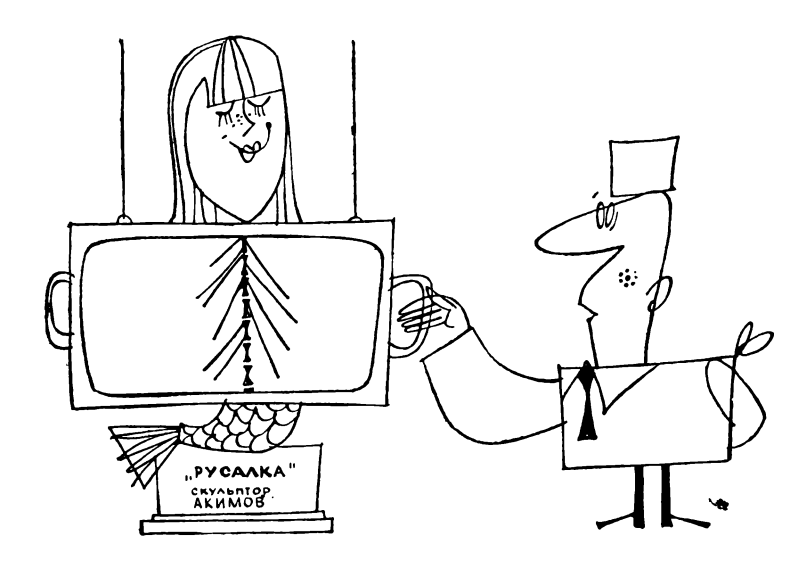
— Зачем в книге, где столько лестного говорится о рентгене, нет-нет да и добавляется ложка дегтя в бочку меда?

— Серьезному читателю подавай не только достижения, но и проблемы. А тому, кто захочет посвятить себя рентгеновским лучам, их изучению и применению, нелишне знать, что он должен быть готов решать нелегкие задачи, разрабатывать и внедрять новое, а не повторять зады, почивая на лаврах.

Амстердам, 29 мая 1945 года. К шикарному особняку на Кайзерсграхт, 321 подкатывает лимузин. Из автомобиля выходят офицеры американской разведки и голландской военной полиции. Респектабельный, аристократической внешности хозяин встревожен. «Господин Хан ван Мегеерен? Вы арестованы — вот ордер. Пожалуйте в машину».

Ему предъявляют обвинение в пособничестве герман-

ским оккупантам. В том, что через посредничество таких же, как он, коллаборационистов продал Г. Герингу шедевр Я. Вермеера Делфтского «Христос и грешница», причинив урон национальному достоянию страны. Вырванное допросом признание поразительно: «Я надул «второго человека третьего рейха». Миллион 650 тысяч гульденов рейхсмаршал уплатил за подделку. Это картина не XVII века и не Вермеера, а вашего покорного слуги. Моей кисти принадлежит еще пять «Вермееров»: знаменитый «Христос в Эммаусе», украшение роттердам-



ского музея; «Омовение ног», что в амстердамском Рикс-музеуме; «Тайная вечеря», «Голова Христа» и «Благословение Иакова» в частных собраниях отечественных коллекционеров».

Мания величия? Симуляция невменяемости? Эксперты свидетельствуют: о фальшивках не может быть и речи; это почерк старых мастеров, настоящий XVII век! Еще перед второй мировой войной подлинность «Христа в Эммаусе» подтвердил не кто иной, как доктор А. Бредиус, известный всей Европе своими капитальными искусствоведческими работами. Видный знаток старых голландцев, он, скрупулезно обследовав полотно, признал его первоклассным творением раннего Вермеера, о чем

в 1937 году поведал на страницах солидного британского журнала...

Когда картину за 550 тысяч гульденов приобрели для роттердамского музея, ею занялся опытнейший реставратор. Он возился с ней несколько месяцев, бережно очищая от потемневшего лака, переводя на новый холст. Выставленная в 1938 году на всеобщее обозрение, она привлекла толпы посетителей. Специалисты хором сопричисляли ее к замечательнейшим вещам, которые когда-либо создал гениальный живописец из Делфта...

«Да нет же, он тут ни при чем, — твердит Х. ван Мегеерен. — Дайте мне палитру, и я докажу это у вас на глазах». И вот он снова у мольберта. На виду у всех пишет «под Вермеера». Сюжет — «Христос среди учителей». Еще не нанесены последние мазки, а знатоки уже кивают головой: не исключено, что не лжет...

Но как теперь верить знатокам, если они оконфузились? И тогда искусство апеллирует к науке. «Шедевры Вермеера» просвечивают рентгеном, и что же? Под наружным изображением проступает другое, скрытое. Оно появилось в XVII веке, а потом было записано Х. ван Мегеереном, купившим полотно неизвестного художника в антикварной лавке, чтобы заполучить ткань той эпохи.

Еще одна улика благодаря рентгеновской радиации: трещины верхнего и нижнего слоев не совпадают. Они разные: одни, старинные, появились от времени, другие, якобы тоже давние, сфабрикованы аферистом, который затем зачёрнил их тушью. Последние сомнения рассеяны химическим анализом.

Отделавшись годом тюрьмы, «великий фальсификатор» умирает в камере от разрыва сердца...

История искусства знает бесчисленное количество подделок (многие не разоблачены и по сей день). Некоторые сработаны прямо-таки талантливо: и под старых мастеров, и под К. Моне, О. Ренуара, М. Утрилло, В. Ван-Гога, А. Модильяни, П. Пикассо... Говорят, пальма первенства принадлежит здесь без вины виноватому К. Коро. Печальная шутка гласит, что он «автор 3 тысяч картин, из которых 10 тысяч проданы в одну только Америку». «Малоискушенные души, вероятно, еще полагают, будто в искусстве и особенно в живописи нет места нечестным манипуляциям... На деле именно здесь проявляется мошенничество, злоупотребление доверием, воровство, фальсификация во всех формах наиболее сво-

бодно, легко и, к сожалению, наиболее безнаказанно...» Так, в книге «Пираты живописи» Г. Инар, главный комиссар полиции Парижа, обрисовал положение на культурном фронте Запада.

Мораль? Несколько неожиданная: искусству необходима наука. Его знатоки — не знатоки, если они не вооружены, например, «всевидящим глазом» рентгена. Разумеется, он нужен не только для того, чтобы заниматься разоблачениями, хотя и в них надобность не отпала (известны попытки вывезти за границу причисленные к национальному достоянию шедевры, упрятанные под камуфляж не имеющих ценности записей).

Вспомним Пушкина: «Художник-варвар кистью сонной картину гения чернит...» Такое случалось нередко. Порой это называлось «реставрацией». Отличить написанное мастером от чуждых ему «добавлений» и «поправок» помогает рентгеновская радиация. Свинцовые белила, например, поглощают ее сильнее, чем цинковые, которыми стали пользоваться позднее. Бывало, под одной картиной обнаруживалась вторая (а то и третья), более ценная.

Просвечивание полотен позволяет проследить, как они создавались в процессе творческого поиска: под верхним слоем красок нередко открываются ранние композиционные и колористические решения. Изучая рембрандтовскую «Данаю», сотрудник Эрмитажа Ю. Кузнецов нашел, что она была полностью переделана автором через несколько лет после того, как появился первоначальный вариант. Используя ту же рентгеноскопию, И. Линник доказала: «копия с картины Рембрандта» является его оригинальным произведением.

Тем же методом установлено, что этот художник на одном из своих «Автопортретов» исправил собственную ошибку, которую заметил лишь по завершении работы (изображение было зеркальным: кисть — в левой руке, палитра — в правой). А Рубенс, закончив «Портрет Франсиско Гонзага», изменил затем прежнюю композицию. Подобных примеров немало.

Практически все полотна Эрмитажа, некоторых других наших хранилищ прошли такую инспекцию. Ей подвергаются и прочие произведения искусства — скульптуры, керамика, драгоценности. Рентгеновские лучи легко отличат истинный алмаз от любой его имитации. Ими зондируют также старинную мебель, музыкальные ин-

струменты, переплеты древних фолиантов, наталкиваясь порой на интересные находки.

В Эрмитаже и Третьяковской галерее, Лувре и Прадо, Британском музее и Старой мюнхенской пинакотеке, многих иных сокровищницах мира давно уже организованы специальные рентгеновские лаборатории или кабинеты. Используются там, понятно, и другие методы исследования. Это естественно: искусство многое потеряет без науки.

Но и наука многое потеряет без искусства! Прав заслуженный художник РСФСР Б. Неменский: отставание в эстетическом воспитании подрастающего поколения способно затормозить развитие исследований, замедлить внедрение их результатов в практику. Будущий ученый, инженер, врач должен иметь представление не только о биноме Ньютона, но и о мадонне Рафаэля.

Неразвитость пространственного мышления — помеха в конструировании машин, проектировании сооружений. Мало быть грамотным чертежником, штампующим безукоризненно точные, но бездушно ремесленнические схемы. При всей своей внешней правильности решение может оказаться уродливым. Сделать его прекрасным помогает чувство композиции, гармонии, пропорциональности, опыт рисовальщика, живописца, если не свой, то хотя бы чужой.

Развитое пространственное мышление необходимо также всем, кто имеет дело с рентгеновскими изображениями, обычно плоскостными (экран, снимок). Стоит ли напоминать, что ошибка врача может стоит жизни пациенту? Между тем иногда возникают необоримые оптические иллюзии, связанные с восприятием рельефа, когда вогнутое кажется выпуклым и наоборот.

Чтобы облегчить расшифровку рентгенограмм, их сейчас делают иногда многоцветными, похожими на раскрашенные черно-белые фото. Конечно, палитра в этом случае условная, но не произвольная: она подбирается специальной аппаратурой по определенной программе. Ясно, что дальнейшему совершенствованию и применению этой техники не помешает, а поможет тонкое колористическое чутье, которое развивается опять-таки эстетическим воспитанием.

Сегодня, когда рентгенография все шире внедряется везде — в музеях и лабораториях, на заводах и фермах, скоропалительное знакомство с ней по кратким инструк-

циям становится уже недостаточным. Равно как и узконаправленное освоение ее от сих до сих по вузовским спецкурсам. Завтра она понадобится рабочему и инженеру, ученому и художнику. Нужно массовое приобщение к ней, желательно со школьных лет.

Пора отрешиться от благодушной самоуверенности: дескать, это «добрые старые знакомые», уж мы ли их не знаем? Каждый имел с ними дело сызмала...

Это шапочное знакомство. Не потому ли «всевидящий глаз», слывущий у неспециалистов принадлежностью разве что поликлиники, слишком медленно проникает в те сферы, где он сулит много пользы.

— Как же так, разве он не используется, по вашим же словам, всюду — от музеев до заводов?

— К сожалению, не столь широко, как того заслуживает.

— Почему?

— Причины разные. Вот говорят: не хватает узкоспециализированной аппаратуры — дешевой, простой, эффективной. Но странно, что и запросы на нее конструкторам не поступают.

— А может, из-за резонных опасений — во избежание облучения?

— Это тоже по неведению. При грамотном обращении аппаратура в принципе безопасна. Речь-то о просвечивании вещей, а не людей.

— А как за рубежом?

— Тоже, как говорится, остается желать много лучшего.

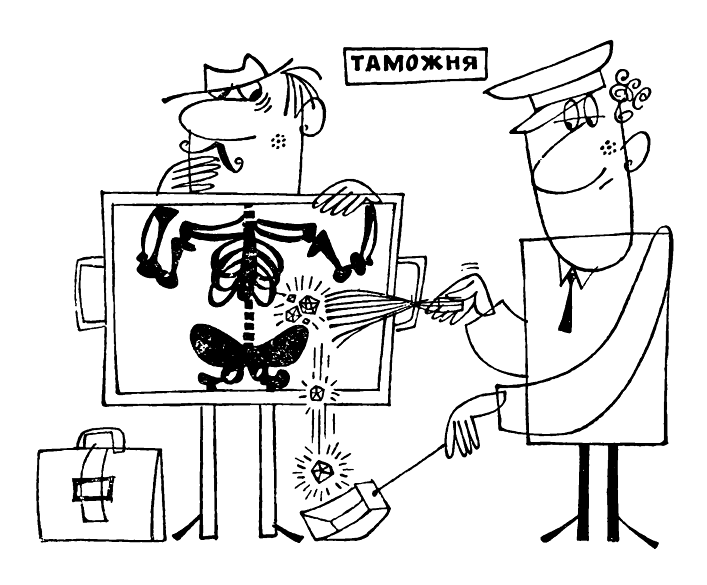
Лайнер бельгийской авиакомпании «Сабена» завершал рейс из Азии в Европу. Усталые туристы с нетерпением ждали традиционного: «Заходим на посадку». Но для кое-кого из них это долгожданное предупреждение оказалось зловещим. В Вене десять из 96 пассажиров были уведены в наручниках, в Брюсселе — еще восемь.

Все спокойно готовились к посадке, приводя в порядок немудреную кладь. Кто-то приторачивал к саквояжу дыни из Малайзии. У другого мелькнула в руках бутылка бренди в подарочной обертке, у третьего — сверкавшая золотом коробка сигарет. Любезное напоминание — не забыть чего-нибудь в салоне — не требовалось

малышу, нежно обнимавшему свою единственную ношу — плюшевого мишку, неразлучного спутника. Туристы как туристы...

Бедный малыш! Его дорогого друга безжалостно распотрошили в таможне. Там же растерзали сигареты в золотой коробке, откупорили бутылку бренди. Разрезали дыни. А заодно изувечили зубилами стенки элегантных чемоданов, изуродовали многие другие вещи. Искали контрабанду. И нашли. Извлекли героин...

Как констатирует «Ридерс дайджест» (США), тор-



говля наркотиками расширяется в соответствии с ростом спроса на Западе. В нее вовлекаются все новые люди. Иным и невдомек, что они используются как «мулы». Их просят о «пустяковом одолжении»: будучи проездом в Амстердаме, загляните в пивную «У трех тигров», спросите такого-то, передайте в подарок бутылку бренди, а за это ваш малыш получит шикарную игрушку...

Неудивительно, что досмотр становится все более массовым и строгим. Но есть ли необходимость проводить его столь варварски, как в только что описанном эпизоде? Впрочем, что плюшевый мишка! Еще недавно в США вспарывали каждую подозрительно толстую змею, ввозимую из-за границы.

Конечно, таможня есть таможня. Да и с контрабандистами надо, как говорится, держать ухо востро. Они вдруг воспылали нежной любовью к представителям фауны, притом наипаче отвратительным, особенно опасным. Например, к змеям, которых заставляют глотать пакетики с наркотиками, драгоценностями или иными мини-товарами.

В последнее время методы таможенной хирургии уходят в прошлое. Ныне живой и прочий багаж все чаще просвечивают рентгеновскими лучами. Конечно, лучше поздно, чем никогда, но почему все же так поздно? Ведь рентгеновские лучи давно уже служат криминалистике. Парадокс?

Войдем, однако, в положение некоего таможенника, которому надоело быть живодером, взломщиком, нарушителем спокойствия невинных людей, подозреваемых в преступлении и подвергаемых обыску наряду с контрабандистами. Вообразим, что этот совестливый служащий решил привлечь на помощь «всевидящее око», перед которым не раз стоял в рентгеновском кабинете. Что ждет рационализатора? Прежде всего лавина вопросов.

Можно ли разглядеть, скажем, пластмассовые мешочки с дурманящим зельем, упрятанные в чрево змеи? Если да, то легко ли? Не потребуется ли особая сноровка, которая дается специальным образованием и долгим опытом? Пригодится ли существующая аппаратура, чтобы просвечивать объекты всевозможных размеров и форм, от чемоданов до дынь, от плюшевых медведей до гремучих змей? Или надо разрабатывать новую, иной конструкции? Если да, то какую: портативную, стационарную или ту и другую? Если переносную (покомпактнее, попроще да подешевле), то будет ли она достаточно зоркой? Если же с высокой разрешающей способностью, то, вероятно, крупногабаритную, сложную, дорогую? Не будет ли нужды держать хорошо обученный обслуживающий персонал? Не опасно ли облучение для тех, кто имеет с ним дело постоянно? И так далее.

Уравнение со многими неизвестными, целый комплекс вопросов: научных, технических, экономических, организационных...

Конечно, теперь все ясно, проблема решена. И тут

может возникнуть недоумение. К чему затевать «дело о недоиспользовании добрых старых знакомых»? Не лучше ли просто-напросто рассказывать о новом применении рентгеновских лучей?

Не лучше. Их возможности далеко еще не исчерпаны, хотя сделано уже многое. Многое, но не все. Почему бы не оглянуться каждому: а нет ли и у нас места «всевидящему оку»? Не поможет ли оно поднять эффективность работы, усовершенствовать контроль за качеством изделий, за их сохранностью, вопреки ухищрениям всех и всяческих злоумышленников?

В эпоху научно-технической революции преображаются самые разные сферы деятельности. Но разве их изменяют только новые и новейшие открытия? А старые? Разве не таят они в себе еще не использованные резервы?

Конечно, активное рационализаторство — дело порой хлопотное. Как правило, не обходится без классических трех этапов от идеи до ее внедрения. Сначала: «Где это видано? Да он с ума сошел!» Потом: «Тут, кажется, что-то есть. Может, рискнуть?» Наконец: «Подумаешь, открыл Америку! Известное дело, чего тут было сомневаться-то?»

А ведь в нашей иллюстрации «хэппи энд» отнюдь не случаен. Он диктовался насущной потребностью. Дело не только в размахе бизнеса на контрабанде и эпидемии наркомании на Западе. В последние годы участился угон самолетов. Возникла настоятельная необходимость выявлять и такую ношу, как огнестрельное оружие, которое применяют террористы в своих бесчинствах, творя насилие над пилотами и пассажирами. Опасаются, что в эпоху научно-технической революции преступники, идя в ногу с атомным веком, не преминут перейти от пластиковых бомб к ядерным, тоже портативным. Насколько серьезен этот вопрос, показывает его недавнее обсуждение в органах ООН.

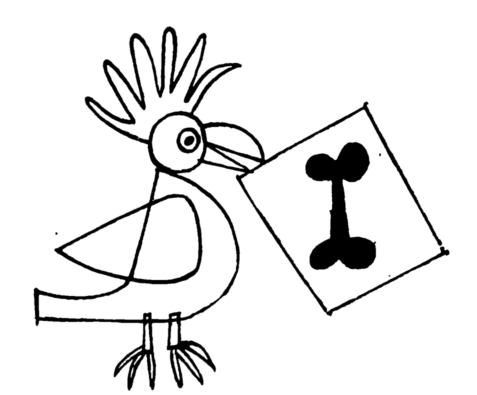
Впрочем, рентген наверняка придет на выручку и тут, чтобы предупреждать противозаконные деяния, как он помогает раскрывать уже совершенные преступления.

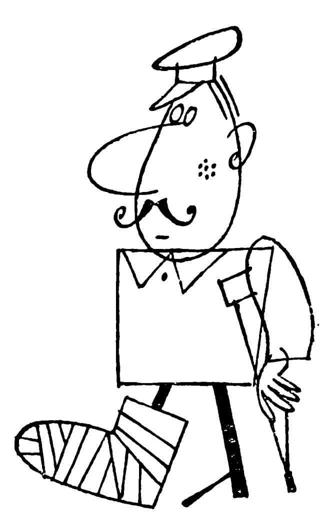
Известно, что порой и при самом тщательном наружном осмотре, не удается установить личность погибшего (когда, например, труп обезображен из-за увечий или

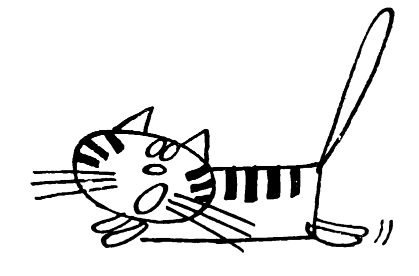
разложения). Допустим, следователь предполагает: это скорее всего такой-то или такой-то. Но как рассеять сомнения? Нередко прибегают к методу совмещения. Берут прижизненные фотографии того и другого в профиль, анфас и в иных поворотах. Затем в тех же точно ракурсах делают рентгенограммы головы неопознанной жертвы. Наконец, с помощью проектора совмещают на экране парные равновеликие изображения черепа и лица. Измерения позволяют установить, соответствуют ли силуэты костей, запечатленные при просвечивании очертаниям мягких тканей на обычном портрете.

Не будем, однако, вдаваться в криминалистику, хотя тут есть что порассказать о разнообразных применениях рентгеновских лучей.

ВОЗВРАЩЕНИЕ В РЕНТГЕНОВСКИЙ КАБИНЕТ







— Не довольно ли детективных историй? Заманивающее, но пустое чтиво, недаром его называют «наркотическим».

— Как сказать. Английский математик и философ Б. Рассел говаривал, что предпочитает детективы А. Кристи современным романам, так как первые ему кажутся куда более реалистическими. Можно спорить, кого из авторов лучше привести в пример, но бесспорно, что хорошая литература о работе следователей тоже по-своему важна и поучительна, а не просто интересна.

— Сами себе противоречите: рентген в руках следователей — это тоже «важно и поучительно, а не просто интересно», тем не менее не хотите об этом рассказывать.

— Но разве только следователей? А исследователей вообще? Невыдуманные рассказы из истории науки не менее интересны.

В ночь на 29 июня 1174 года заговорщиками был убит сын Юрия Долгорукого Андрей Боголюбский, который, по выражению летописца, «хотя самовластцем быти на Русской земли». Как выглядел этот государственный деятель, который первым стал титуловать себя «великим князем всея Руси»?

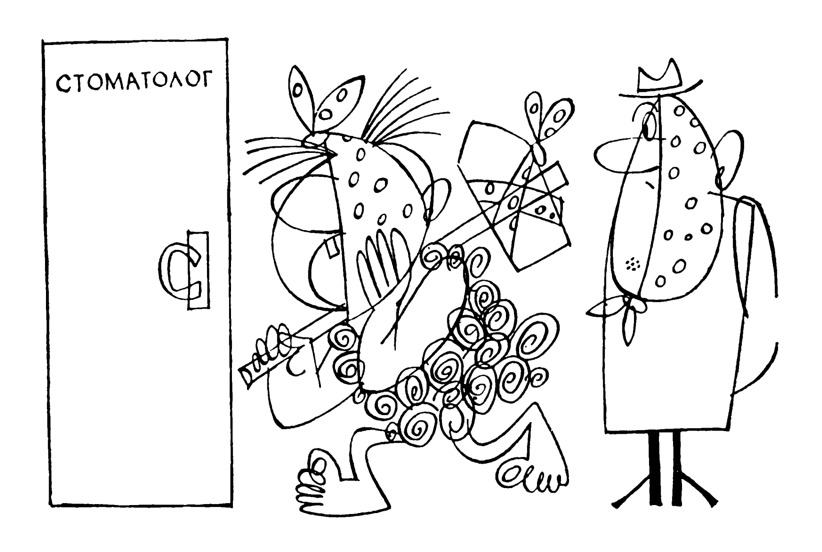
Воссоздать его облик по черепу взялся профессор М. Герасимов, скульптор-антрополог и археолог. Но прежде надо было убедиться, действительно ли «мощи» князя являются его останками. Их отправили на рентген.

Детально изучив скелет, специалисты обнаружили различные повреждения — и застарелые, полученные в боях смелым предводителем ратников, и свежие, нанесенные перед самой кончиной. Но это не все. В шейном отделе позвоночника нашли изменения, которые должны были при жизни затруднять его сгибание. Такой человек волей-неволей ходил с высоко поднятой головой, что воспринималось современниками как чрезмерно горделивая осанка.

Результаты обследований не противоречили свидетельствам историков. Так, через 800 лет после гибели Андрея Боголюбского появился его скульптурный портрет, рожденный не фантазией художника, а мастерством ученого, выполненный как бы с натуры, фотографически точно.

Еще раньше, более 900 лет назад, умер первый законодатель Древней Руси Ярослав Мудрый (978—1054).

Его останки, хранившиеся в Софийском соборе Киева, также подвергли рентгеноанатомическому изучению, и что же? Подтвердились летописные свидетельства, что князь сызмала страдал хромотой, вызванной какой-то болезнью правой ноги. Мало того, был поставлен диагноз: старый вывих тазобедренного сустава (с детских лет) и повреждение коленного (в зрелом возрасте). Вероятно, эти травмы вынудили князя отказаться от участия в ратных делах и посвятить себя мирному занятию, составлению свода законов, названного «Русской правдой».



Расположение костных балок в костном веществе подчинено определенным закономерностям. В зависимости от специфики выполняемой органом функции расположение балок иное, свое. Математические подсчеты показали: конструкция кости, архитектоника костного вещества идеально соответствуют функции, выполняемой этим органом. Изменяется функция — перестраивается костная структура.

Ориентация костных балок по силовым линиям, оптимальное соотношение минерального и органического вещества обеспечивают огромную механическую прочность и физиологическую активность кости. Бедренная, напри-

мер, выдерживает давление в 1,5 тонны, большая берцовая — до 1,8 тонны. Это в 20—30 раз больше веса тела человека. Прочность кости в 9 раз выше, чем у свинца, и приближается к прочности чугуна.

В 1889 году на Всемирной выставке в Париже в качестве экспоната, символизирующего прогресс науки и техники конца XIX века, перед взором парижан и гостей предстала железная башня инженера А. Эйфеля, поразившая всех своим необычным видом и высотой (300 метров). Ее конструкция многим казалась нелепой. Считали, что она портит привычный и дорогой сердцу каждого француза вид Парижа. Башню назвали бесформенной грудой железа, гигантским призраком смерти.

Однако, поостыв от эмоций, приглядевшись и поразмыслив, люди увидели в железной конструкции исключительную рациональность, глубокий и точный расчет, и, что особенно поразило специалистов, она точно воспроизводила архитектонику кости. Все элементы башни работали только на сжатие или растяжение и ни одна балка на излом.

Прошло совсем немного времени, и Эйфелева башня завоевала сердца парижан, став достопримечательностью и символом Парижа наряду с Нотр-Дамом, Пантеоном, Лувром и другими замечательными творениями архитектуры.

Сейчас мы знаем, что наиболее совершенными являются конструкции, которые близки к структуре живой ткани. В связи с этим сейчас быстро развивается новая наука — бионика, изучающая и моделирующая процессы и конструкции живого организма. Как следствие этой тенденции родилась так называемая бионическая архитектура. Это направление науки требует глубокого проникновения в здание природы.

Но в отличие от металлической конструкции архитектоника костной ткани не является чем-то застывшим, мертвым, раз и навсегда законченным. Кость — живая, активно функционирующая ткань. На протяжении всей жизни человека здесь не прекращаются процессы перестройки — созидания и разрушения, обновления. Структура кости меняется с возрастом в соответствии с профессиональными и бытовыми привычками, а также в связи с различными физиологическими и патологическими сдвигами в организме. Все многообразие связей и механизмов перестройки костного вещества полностью

не изучено. Но с достоверностью установлено: наибольшее влияние на кость оказывают околощитовидные железы, гипофиз, почки, надпочечники и половые железы.

Таким образом, кость можно рассматривать как своеобразное хранилище информации о жизни человека, о его развитии, о трудовой деятельности, привычках и болезнях.

Просвечивание останков позволяет извлечь массу информации об облике человека, даже о типе нервной деятельности, особенностях характера, привычках, профессии и т. д., и т. п. С хорошей точностью определяются возраст и дата смерти.

Благодаря искусству профессора М. Герасимова мы знаем теперь, как выглядели не только Ярослав Мудрый или Андрей Боголюбский, но и Иван Грозный, Тимур, Улугбек, другие исторические личности, а также питекантроп, синантроп, кроманьонец...

Памятуя об этом, попробуем разобраться еще в одном интересном вопросе.

Ярослав Мудрый умер в 76 лет. Андрей Боголюбский жил бы дольше, если бы не погиб в 63 года. Иные из наших предков отличались завидной долговечностью, которой не могут похвастать некоторые из наших современников, и вот...

«Я считаю, что с прогрессом культуры жизнь человека сокращается. Раньше люди жили по 150 лет, были выше ростом и с более крепким телосложением... Болезней было мало». Это из письма, присланного в «Известия» читателем из Кирова. Если бы подобные заблуждения были редкостью, тогда, может, и не стоило бы на них останавливаться. К сожалению, они весьма распространены.

Сразу же напрашивается возражение: прежде чем делать столь уверенные выводы, нужно математически строго проанализировать большой статистический материал, охватывающий множество поколений «от Ромула до наших дней». Верх наивности опираться здесь на единичные, к тому же отрывочные сведения, добытые у доморощенных теоретиков, незнакомых с научной обработкой выборочных данных.

На первый взгляд лучше всего сослаться на многочисленные исторические документы, фиксирующие годы жизни. Оказывается, нет. В «хронологической пыли бытописания Земли» мы найдем биографии «избран-

ных» — преимущественно царей, князей и иже с ними, кто в первую очередь привлекал внимание летописцев. То есть прежде всего привилегированную публику, чья жизнь лучше оберегалась лекарями и вообще не была столь тяжкой, как у «простых смертных», составлявших большинство. Иначе говоря, такие примеры не будут репрезентативными — достаточно представительными, характерными для всего населения в целом.

Если же обратиться к демографической статистике, охватывающей всех и каждого, «от кесаря до косаря и слесаря», то она засвидетельствует: наши предки в массе своей были менее долговечны, чем мы. Правда, точные сведения о датах рождений и смерти (акты гражданского состояния, церковные записи) можно собрать разве лишь за последние 200—300 лет, да и то не по всем странам. Тем не менее положение небезнадежно. Так есть ли хотя бы крупица истины в библейских легендах о Мафусаиле и ему подобных патриархах, живших якобы по многу веков?

Ответить помогают вроде бы безмолвные, а на деле весьма красноречивые свидетели прошлого — ископаемые кости. Говорить их заставляют рентген и другие методы.

Обследуя человеческие скелеты, сохранившиеся еще от каменного века, специалисты многократно убеждались, что это большей частью останки людей, умерших задолго до 50 лет. В первобытной орде стариков не было. Если они не погибали «заблаговременно» в бою, от болезни, от голода или холода, их убивали свои же сородичи, для которых старики становились обузой.

«Долголетие, известное нам ныне, — явление более позднее, ставшее возможным лишь в условиях нашей цивилизации, — писал французский антрополог А. Валуа. — Только благодаря ей современный человек может достичь столь почтенного возраста. Для людей с ослабленной жизненной силой в древнем обществе не было места».

Средневековье? Его, как пишет профессор Э. Россет (Польша), «характеризует массовость преждевременных смертей и ничтожная доля лиц старших возрастов среди живущих».

Новое время... Во Франции XVIII века до 50 лет доживал лишь один из четырех новорожденных. В Германии до 60 — один из пяти. Лишь к концу XIX века это

отношение поднялось до 60 процентов, да и то в одной лишь Дании. У нас (в Европейской России) накануне XX века оно держалось у 30-процентной отметки. Сейчас в СССР перевалило за 80 процентов.

Конечно, биологические возрастные пределы, данные нам в потенции, сегодня остаются такими же, как и сто и тысячу лет назад. «Меняется не прирожденная, передаваемая в виде задатка способность жить до 100 лет или несколько больше, а возможность проявить эту способность для большей или меньшей массы людей в зависимости от их социально-экономического положения», — пояснял советский ученый профессор З. Френкель.

Ну а от каких недугов страдали наши предки? Трудно найти человека, который мог бы полнее ответить на этот вопрос, чем профессор Д. Рохлин, член-корреспондент Академии медицинских наук СССР, заведующий кафедрой рентгенологии и радиологии 1-го Ленинградского медицинского института, автор монографии «Болезни древних людей».

В книге врач подвел итоги огромной работы, которую провел вместе с коллегами за 40 лет, собрав и обследовав десятки тысяч ископаемых костей, относящихся к самым разным эпохам — от палеолита до XX века. Археологические находки, а они прибывали в Ленинград со всех концов страны, постепенно сложились в уникальную коллекцию. Все кости после детального осмотра отправлялись на просвечивание. Так, к описаниям добавлялись рентгенограммы.

Анализ богатейшего материала позволяет опровергнуть ряд распространенных заблуждений.

Известно, что сейчас в любой развитой стране «душегуб номер один» — сердечно-сосудистые заболевания (до 60—70 процентов всех смертей). На втором месте — рак (до 20 процентов). Конечно, такого не было раньше, скажем, десятилетия назад. Неужто и впрямь недугов стало больше?

В начале XX столетия медицина считала их сотнями, а во второй его половине — уже десятками тысяч. А все симптомы нынешнему врачу и подавно не упомнить: они исчисляются сотнями тысяч. И с каждым новым изданием медицинской энциклопедии их значится все больше и больше.

Да, к реестру болезней пушкинской эпохи добавился новый список, в десятки раз больший. Но отсюда не

следует, что недуги становятся многочисленней! Просто в то время медицина не различала их или не подозревала об их существовании. Объем информации в ее анналах удваивается сейчас каждые 6—8 лет. Но ведь новое можно узнать и о старом!

Исследуя мумии, ученые нашли: почти все древние египтяне, ухитрившиеся дожить до преклонного возраста, страдали атеросклерозом. С тех пор сам он не изменился. А знания о нем? Они стали расти, как снежный ком, с XIX века, когда атеросклероз выделили в особую форму заболевания.

Да, сейчас сердечно-сосудистые заболевания свирепствуют, как никогда. Но то же самое наблюдалось бы и во времена Пушкина. Если бы тогда каждое поколение сохраняло столь же значительную часть своего первоначального контингента до тех старших возрастов, когда особенно характерны сердечно-сосудистые заболевания.

По той же причине и рак вызывает сейчас больше смертей, чем десятилетия или века назад. Он и раньше всегда угрожал людям. Только наши предки гораздо реже доживали до встречи с ним. Ведь этот недуг характерен опять-таки для старших возрастов, а их достигало меньше, чем ныне, мужчин и женщин. От него страдали немногие, но все же страдали. При обследовании ископаемых костей найдены следы доброкачественных и злокачественных опухолей, метастазов (например, в позвонках женщины, умершей в III веке до новой эры).

Да, рак подстерегал всех, но его опережали другие болезни. Такие, как чума, холера, оспа, которые ныне полузабыты, ибо давно уже обезврежены.

Итак, увеличилась долговечность всех и каждого. И она тем больше, чем надежней оберегается здоровье от самых разных болезней. Но, с другой стороны, тем чаще приходится слышать, что у кого-то из наших знакомых рак или инфаркт. Ничего удивительного.

Когда удастся победить онкологические заболевания (может быть, еще до 2000 года), продолжительность жизни опять-таки возрастет. Но тогда еще более многочисленными окажутся жертвы тех недугов, с которыми имеют дело кардиологи. Спору нет, и сердечно-сосудистую систему со временем тоже будут лучше оберегать и спасать, но ее износ так или иначе неминуем. Ибо все люди смертны.

Подобные сдвиги в смертности по причинам обнаружены и для далекого прошлого. Установлено, например, что в каменном веке преобладала насильственная смерть. Свирепствовали и незримые убийцы — микробы; по сравнению с их злодеяниями меркнут даже массовые уничтожения людей по приказам Аттилы, Чингисхана, Тимура. В XIV веке эпидемии чумы унесли десятки миллионов жизней, едва ли не четверть тогдашнего населения Европы. Конечно, инфекции постепенно ретировались. Но уступили место другим врагам здоровья.

Короче говоря, неверно считать, что раньше болезней было меньше. Если же список их пополнялся, то потому, что люди, становясь долговечнее в своей массе, все чаще доживают до старческих немощей и хворей, которых раньше просто не замечали.

Такой вывод подтверждает и рентгенологическое исследование. Чьи бы останки ни изучались с его помощью: кости ли неандертальца, вырытые в крымской пещере Киик-Коба, или человека современного типа, скажем, скифов из могильников VIII—V веков до новой эры на Енисее, — всегда и всюду обнаруживались свидетельства преждевременной смерти от раны ли, от недуга ли, порой пустяковых (для нынешней медицины), или от подорвавшей жизненные силы изнурительной работы.

Найдены следы, оставленные рахитом, оститом, спондилезом, кариесом зубов, артрозом, одеревенелостью позвоночника, туберкулезом, подагрой, проказой и т. д., т. п.! Всем этим мучились наши предки. С той лишь разницей, что в отличие от нас страдали куда больше: тогдашние эскулапы мало чем могли им помочь.

Правда, рентген выявил и другое: недооценка древнего лечебного искусства неправомерна. Так, на территории СССР еще в каменном веке, тем более в железном и позже выполнялись довольно сложные хирургические операции (например, трепанация черепа). Хотя, конечно, примитивными инструментами и без наркоза.

Был развеян миф о том, будто из-за океана были «импортированы» возбудители некоторых инфекций. В 1530 году итальянский врач Д. Фракасторо порадовал любителей изящной словесности поэмой «Сифилис, или Французская болезнь». Считалось, что она распространилась благодаря легкомысленным французам, у

которых стала весьма популярной, от менее ветреных, но более горячих испанцев, которые якобы завезли оную аж из Нового Света вместе с драгоценностями, методично отчуждавшимися у американских аборигенов конкистадорами.

Профессор Д. Рохлин убедительно показал, что эта болезнь встречалась в Азии (в Забайкалье) еще в I веке до нашей эры, то есть за 1500 лет до открытия Америки Х. Колумбом (1492 г.).

— Ну а были ли наши предки выше нас?

— Нет, средний рост взрослых людей ныне повсюду примерно тот же, что и когда-либо прежде.

— Почему «примерно»?

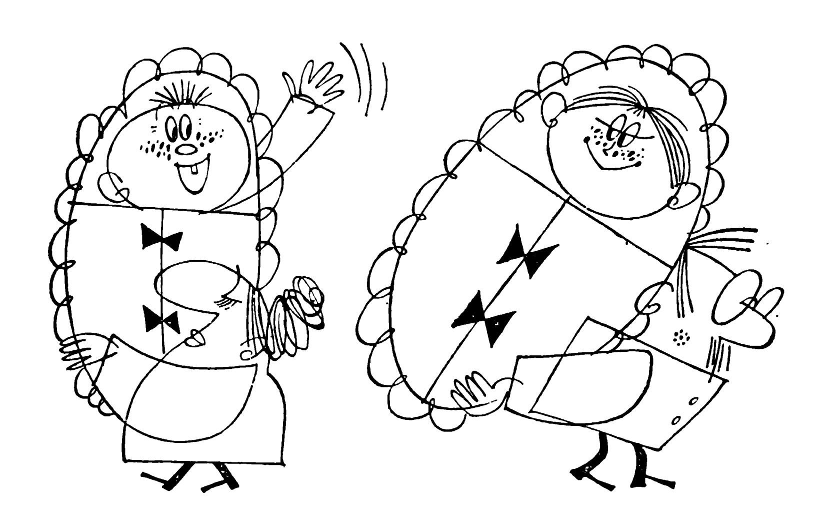
— Очень просто: нельзя сказать, что он вообще не изменялся. Рентгеноанатомические и другие исследования подтверждают: конституция гомо сапиенс осталась такой же, как тысячелетия назад. Если же его рост в среднем порой постепенно увеличивался, то затем снова уменьшался, опять же постепенно, веками. Но эти так называемые эпохальные колебания были незначительными, в пределах нескольких сантиметров. Судя по массовым обследованиям, средний рост у наших соотечественников тот же, что и прежде: у мужчин — 167 — 168, у женщин — 156—157 сантиметров.

Что такое акселератор, ныне хорошо знают даже дети, а вот что такое акселерация, не очень хорошо знают даже взрослые. Действительно, можно услышать и прочитать: за последние 100—150 лет мужчины стали выше сантиметров на десять, женщины — на шесть-семь. При такой разнице в темпах «сильный» пол рано или поздно станет выше «прекрасного» на целый метр, а то и больше. Подобные умозаключения — софистика. Ибо люди за последние столетия не стали выше ни на шесть-семь, ни тем более на десять сантиметров.

Что же значит акселерация? Буквально — «ускорение», но какое? Прежде всего в физиологическом развитии детей и подростков, которое сейчас происходит быстрее, чем в прошлом. Например, окостенение хрящевой ткани и половое созревание у них начинается и заканчивается на год-другой раньше, чем у их сверстников в XIX веке. Нынешние «тинэйджеры» обгоняют тогдашних и в росте. У пятнадцатилетних юношей он теперь такой же, каким прежде становился только у восемнадцатилетних. Иначе говоря, тот период, когда тело быстро

вытягивается в длину, наступает сегодня раньше, чем вчера. Но и заканчивается тоже раньше.

Вот что показал рентген. Окостенение хрящей, из которых состоит скелет новорожденных, у большинства детей происходит ныне года на два раньше, чем 40 лет назад. Оттого-то и вытягивание тела в длину тормозится в более раннем возрасте. Если в XIX веке молодые люди стремительно росли до 18—20 лет и даже дольше, то в XX — в основном до 17—19 (юноши) и до 16—17 (девушки).



Если же сравнивать ныне здравствующие и давно ушедшие поколения, перевалившие за тот рубеж, когда рост организма прекратился, то разница между ними окажется весьма и весьма малозаметной. Так, у взрослых москвичей в 1935 году он равнялся 167,5, а в 1965 — 167,8 сантиметра, то есть за 30 лет практически не изменился.

А как же та знаменитая фотография, которая породила столько пересудов? На ней изображен рослый современный парень рядом со средневековыми латами; он на голову выше их шлема. Но нельзя забывать: одно «да» — это еще не «да». Точно так же смешно судить о разнице между нами и нашими предками по контрасту

между двухметровым Петром I и каким-нибудь москвичом среднего роста. Нужны не единичные, а достаточно многочисленные сопоставления (если выборочные, то репрезентативные).

Итак, нам не грозит участь, о которой Большая медицинская энциклопедия пишет: «Рост выше 185—190 сантиметров следует считать патологическим...» «Представление о том, что великаны обладают огромной физической силой, в большинстве случаев не соответствует действительности. Наоборот, они отличаются слабым здоровьем и редко доживают до старости... Жалуются на слабость, быструю утомляемость».

С другой стороны, теперь ясно, чего стоят досужие разглагольствования о том, что будто нашу планету когда-то населяли могучие великаны с железным здоровьем и необыкновенным долголетием. Трудами профессора Д. Рохлина и многих других палеопатологов, отечественных и зарубежных, убедительно опровергается это распространенное заблуждение.

«Вопреки легендам и преданиям картина прошлого встает перед нами не как безмятежное детство, не как молодость и зрелость, знавшая одни лишь триумфы, не как спокойная старость. Из пожелтевших летописей, из раскопок древних городищ встает наша Родина, очень часто «мечом сеченная, огнем паленная, слезами мытая, в крови добытая». Так пишет автор книги «Болезни древних людей».

Наука снова и снова подтверждает слова В. Ленина: «Никакого золотого века позади нас не было, и первобытный человек был совершенно подавлен трудностью существования...»

Антропологические исследования не дают оснований опасаться, будто род людской хиреет, деградирует. И новые веские аргументы здесь дают нам объективнейшие свидетельства, добытые с помощью рентгеновских лучей.

Ну а мутагенные факторы? Если говорить о радиационном фоне, то его уровень несколько повысился за последние десятилетия. Но это не значит, что именно сейчас он самый высокий за все времена. Напротив, ныне он гораздо ниже, чем в древние эпохи, когда зарождалась жизнь на Земле. Тогда на нашей планете было гораздо больше таких излучателей, как трансура-

новые и другие неустойчивые элементы. Их запасы постепенно сокращались благодаря распаду и заметно оскудели, став теперь во много раз меньше, чем прежде.

По мнению академиков В. Вернадского, Н. Акулова, А. Опарина, лучистая энергия сыграла немалую роль в возникновении жизни на Земле. В 1926 году в очерках о биосфере В. Вернадский писал: «Твари Земли являются созданием сложного космического процесса, необходимой и закономерной частью стройного космического механизма, в котором, как мы знаем, нет случайностей».

Эту идею разрабатывает сейчас ленинградский ученый Ю. Кудрицкий. И он, и многие другие специалисты считают, что естественная радиоактивность — не просто неизбежность, но даже необходимость, без которой невозможно сохранение и развитие живых существ. Полагают, например, что она принимает участие в регуляции биологических ритмов у земных организмов.

Впрочем, если говорить начистоту, здесь еще много спорного, неизученного, что ждет своих исследователей.

— И все же бесспорно одно: к естественному облучению не стоит добавлять искусственное.

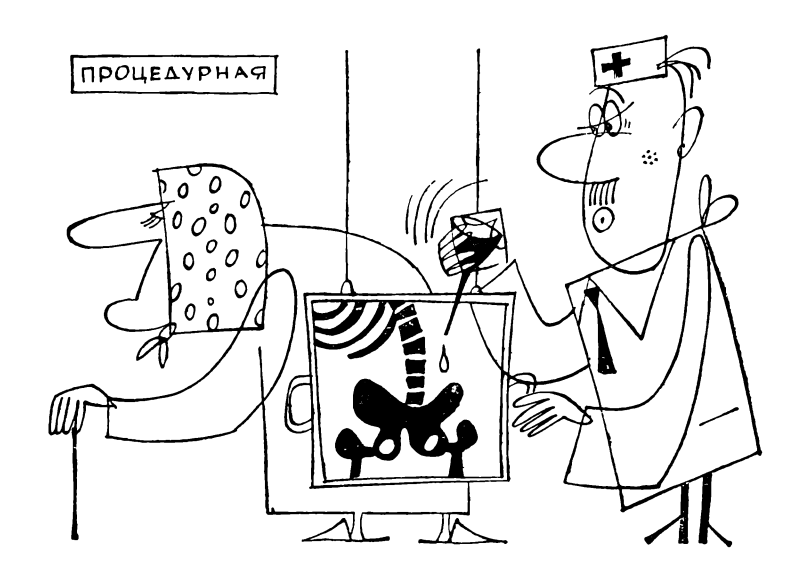
— Есть такая проблема, и она достаточно серьезна, но к чему ее излишне драматизировать? Вот, скажем, огонь — он тоже небезобиден и за долгую историю не только светил, не только грел — больно обжигал, вызывал пожары. Но, как бы там ни было, в итоге принес гораздо больше пользы, чем вреда. Так и рентген. При подведении баланса блага явно перевешивают на весах добра и зла.

«Сегодня жизнь Пушкина была бы легко спасена, — писал член-корреспондент Академии медицинских наук СССР И. Кассирский, проанализировавший заключение врачей (лучших столичных хирургов!), которые пытались помочь раненному на дуэли поэту. — Достаточно было извлечь пулю, наложить наружные швы на кишку и ввести в брюшную полость раствор пенициллина».

Вспомним: именно рентген сделал общедоступными антибиотики, избавившие стольких людей от неминуемой, казалось бы, гибели, начиная еще с времен второй мировой войны. Он же помогал точно определять, где

застряли в тканях пули и осколки. Без него были бы обречены на безвременную смерть многие миллионы людей, а благодаря ему остались живы.

Заглянем в энциклопедию Брокгауза и Ефрона (1902 г.). Там черным по белому значится, что чахотка по масштабам опустошений «занимает первое место среди других болезней». Холера 1892 года, одна из сильнейших эпидемий, стоила России меньше жизней (300 тысяч), чем было унесено тогда же туберкулезом. А ведь



смертность от него достигала максимума в цветущем возрасте — от 20 до 30 лет.

Так умер в 26 лет один из великих математиков норвежец Н. Абель. В том же возрасте тем же недугом был сражен Н. Добролюбов. «Какой светильник разума угас!» — скорбел об этой кончине Н. Некрасов, а ведь его самого ждала та же учесть. Палочка Коха навсегда прервала творческую деятельность В. Белинского в 37 лет, Ф. Шопена — в 39, А. Чехова — в 43 года.

Ныне эта болезнь сдала свои позиции столь заметно, что нет сомнений: окончательная победа над ней не за горами. Отступили многие враги здоровья. И здесь

трудно переоценить роль рентгена. Сколь бы глубоко ни проник он в науку и технику, самой обширной сферой его применения остается по-прежнему медицина.

Видный советский ортопед-травматолог Н. Приоров сказал: «Мы гордимся славными именами крупнейших клиницистов прошлого века — Боткина, Захарьина и других, которые имели глаза и пальцы, проникающие сквозь толщу покровов, и умели видеть, ощущать там, где это было недоступно другим. Но то были выдающиеся одиночки — мастера и виртуозы своего дела. Сегодня с помощью рентгенологии это делают рядовые врачи».

Упомянутый несколькими строками выше профессор Г. Захарьин в своих лекциях проповедовал необходимость развивать наблюдательность, интуицию как основу успешного распознавания любых болезней. Он утверждал: настоящий врач половину диагноза ставит при первом же взгляде на пациента, остальное дополняется беседой. Объективные же исследования — пальпацией (прощупыванием), перкуссией (выстукиванием), аускультацией (прослушиванием) — считал разве лишь вспомогательными. Не очень-то верил и в лабораторные методы, которые в ту пору энергично внедрял молодой С. Боткин.

Тем более знаменательно, что рентгенология сделала общедоступными самым широким кругам врачей даже столь уникальные результаты, каких добивался Г. Захарьин, а заодно и С. Боткин. До нее многие недуги даже многоопытными специалистами распознавались только в далеко зашедших стадиях, в запущенном состоянии, когда было уже поздно. Благодаря ей медицина, оставаясь, конечно, в какой-то мере искусством, стала на прочный фундамент науки, сделалась куда более квалифицированной и в этом своем качестве поистине массовой.

Действительно, рентгенологическое исследование — не только самый эффективный метод диагностики, но и самый массовый. Благодаря ему, например, в клинике внутренних болезней ставится около 70 диагнозов из 100. Он преобразил самые разные области медицины. Внес огромный вклад в анатомию и физиологию, позволив заглянуть внутрь живых организмов, здоровых и больных, увидеть, как функционируют их органы в норме и патологии. Увидеть буквально воочию, а

не умозрительно, не прослушиванием, прощупыванием, выстукиванием...

Как было раньше? Чтобы познать жизнь, изучали мертвецов. Да и это удавалось не всегда, по крайней мере до новейшего времени за «колдовство» с трупами церковь грозила не только небесной карой, но и жестокой казнью на земле. Тем не менее их вскрывали, похищая с кладбища, то есть заведомо шли на явное преступление. Что ж, наука не могла иначе, она должна была стать экспериментальной.

Этот поворот от бесплодного любомудрствования в отрыве от реальности, доведенного до абсурда средневековой схоластикой, к подлинному естествознанию, основанному на опыте, наметился еще в эпоху Возрождения. Но долго еще пришлось бороться против воинствующего идеализма и мракобесия. Его жертвой пал, например, испанский врач и мыслитель М. Сервет (1511—1553), первым высказавший догадку о малом (легочном) круге кровеносной системы. «...Протестанты перещеголяли католиков в преследовании свободного изучения природы, — писал Ф. Энгельс с горьким сарказмом. — Кальвин сжег Сервета, когда тот вплотную подошел к открытию кровообращения, и при этом заставил жарить его живым два часа; инквизиция по крайней мере удовольствовалась тем, что просто сожгла Джордано Бруно».

Конечно, где раньше, а где позже, полуторатысячелетний запрет препарировать трупы был отменен. Начался бурный прогресс анатомии. Но несмотря на все ее успехи, многое оставалось неясным вплоть до «рентгеновского года». А главное, до того ее результаты использовались медициной лишь косвенно. Знания, добытые при вскрытиях, переносились с мертвых на живых людей, причем всякий раз применительно к новому пациенту, хотя он в своем индивидуальном своеобразии мог резко отличаться от остальных. Каждый из нас по-своему неповторим, и недаром еще С. Боткин, призывал лечить не болезнь, а больного.

Выявлять у данного организма все особенности его внутреннего строения, притом в процессе жизнедеятельности, позволили именно икс-лучи. И очень скоро сложились несравненно более широкие представления о норме здоровья, о многоразличных ее вариантах, а не только о патологических отклонениях,

что имело колоссальное значение для профилактики, равно как для терапии и хирургии.

То был настоящий переворот. Он начался почти одновременно во многих странах. Не составляла исключения и Россия. Конечно, ее культурная и хозяйственная отсталость мешала этому революционному обновлению, которое совершалось вопреки ей отечественными учеными.

Еще в феврале 1896 года В. Тонков представил в Петербургское антропологическое общество доклад о применении икс-лучей в изучении скелета. Так были заложены основы новой дисциплины — рентгеноанатомии, которая стала фундаментом современной диагностики. Ее развитие привело к принципиально важным находкам. Благодаря ей одни лишь остеопатологи, специалисты по недугам костей и суставов, описали почти 200 неизвестных ранее самостоятельных болезней.

Всего через три месяца после того, как мир услышал о новооткрытой радиации, ее начал использовать для систематического обследования пациентов А. Яновский в Петербургском институте усовершенствования врачей. В том же 1896 году И. Тарханов обнаружил первым ее биологическое действие. Через несколько лет оно было подтверждено со всей непреложностью многочисленными опытами. В 1906 году в России вышла монография Д. Решетилло по лучевой терапии.

В начале века у нас появились первые центры рентгенологии— петербургский, московский, одесский, харьковский. С 1907 года стал издаваться специальный журнал. В 1916 году пионеры рентгенологии собрались на свой первый всероссийский съезд.

И все же в дореволюционный период она у нас была развита очень слабо. Это лишний раз продемонстрировала неподготовленность России к первой мировой войне, хотя икс-лучи в боевой обстановке первым применил именно русский врач В. Кравченко, еще в русско-японскую кампанию 1903—1904 годов. Вопреки скептическим настроениям коллег он оборудовал на крейсере «Аврора» рентгеновский кабинет и в сражении под Цусимой обследовал раненых матросов, находя и извлекая осколки.

До революции в России насчитывалось не более 150 рентгеновских кабинетов, причем 2/3 находились в

Петербурге, остальные в других крупных городах. Не хватало кадров, денег, оборудования. Аппаратура была импортной. Приобретать ее могли только отдельные больницы по милости благотворительных организаций и частных жертвователей.

Но вот пришел Октябрь 1917 года. Через несколько месяцев по инициативе профессоров М. Неменова и А. Иоффе, при поддержке наркомов А. Луначарского и Н. Семашко в Петрограде был основан первый в мире Институт рентгенологии и радиологии. Каждый из созданных там трех крупных отделов — физико-технический, медико-биологический и радиологический — вырос впоследствии в самостоятельный институт.

Этот научный и организационный центр стал прототипом других учреждений того же профиля у нас в стране. С 1920 года действовала Украинская рентгеновская академия в Харькове, с 1924-го — Центральный институт рентгенологии и радиологии в Москве. Затем появляются аналогичные учебно-исследовательские комплексы в Киеве, Ростове-на-Дону, Одессе, Свердловске, Воронеже, Баку, Ереване...

К началу 20-х годов наряду с медицинской рентгенологией возникает ветеринарная. Ее основоположники в СССР — Г. Домрачев, А. Вишняков, Г. Воккен. Занимается она диагностикой заболеваний домашних животных.

Ныне в СССР рентгенология располагает обширной сетью кабинетов (почти 20 тысяч), научных учреждений (примерно 20), кафедр в медицинских вузах и институтах усовершенствования врачей (около 100). Специалистов в этой области — десятки тысяч. Естественно, для нее создана отечественная материально-техническая база, которая стала закладываться еще в первую пятилетку.

В 1928 году заработал первенец советской рентгеновской промышленности «Буревестник», затем электровакуумный завод «Светлана» (оба в Ленинграде). Вскоре к ним прибавились «Мосрентген» в Москве, «Ренток» в Киеве, многие другие предприятия отрасли.

Развиваясь планомерно и взаимосвязанно, индустрия вещей (приборов) и индустрия идей (исследований) помогали друг другу идти вперед все быстрее. Совершенствовалась одновременно подготовка кадров. Прогресс всей системы «образование — наука — техника — произ-

водство» в кратчайший исторический срок вывел советскую рентгенологию на мировой уровень, позволил наладить беспрецедентные по размаху профилактические обследования населения.

Генеральная линия советского здравоохранения — профилактика, социальная гигиена. Понятно, что лучше предупреждать болезни, чем лечить их «в пожарном порядке». А если уж лечить, то на ранней стадии. Борьбе с ними у нас как раз и способствуют регулярные осмотры с просвечиванием грудной клетки у всех взрослых, желудка у лиц старше 50, грудных желез у женщин старше 35 лет и так далее.

Именно рентгенология заставила отступить туберкулез, который ныне в развитых странах постепенно уходит в прошлое. Именно она позволила заблаговременно распознавать злокачественные опухоли, что резко снизило вероятность трагического исхода. Полтора-два десятилетия назад пациенты, покидавшие здоровыми онкологическую клинику, были настолько редкими счастливцами, что их портреты с гордостью демонстрировались на медицинских конгрессах. Ныне в СССР уже приблизительно полтора миллиона людей избавлены от этого страшного недуга, слывшего некогда неизлечимым. «Раннее выявление рака спасает жизнь», — гласит девиз ВОЗ, Всемирной организации здравоохранения.

Есть немало серьезных болезней, которые долго ничем себя не проявляют внешне. Не запустить их, вскрыть, пока не поздно, помогают именно рентгеновские лучи. Они позволяют разобраться даже в тех случаях, когда отказала бы любая иная техника, не говоря уж об интуиции. Как мы только что убедились, ориентация на самочувствие пациента ненадежна. Многие хвори и недомогания, имея разные истоки, характеризуются схожей клинической картиной. Одинаковы симптомы, но не их происхождение. А чтобы вырвать корень зла, нужно знать истинную их природу. Тут-то и приходит на выручку бескровное «анатомирование» организма всепроникающим лучом, а не скальпелем.

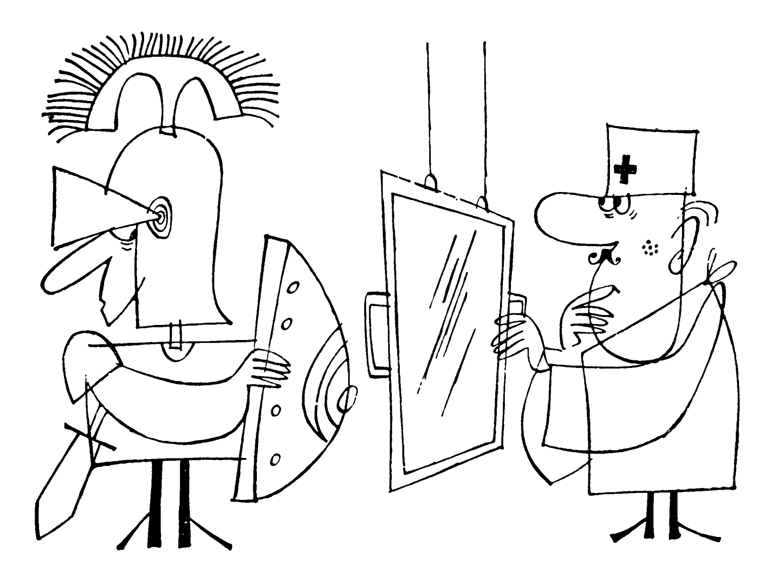
Сейчас не осталось органов, которые были бы недоступны этому «всевидящему глазу» медицины.

— Сплошные дифирамбы! Они звучат как индульгенция от всех грехов.

— Погодите, не все разом. Рентген действительно великолепный инструмент, и надо в полной мере воздать

ему должное. Но как и любой иной метод, он, разумеется, отнюдь не идеален. Его недостатки уже упоминались, их перечисление можно продолжить.

В 1928 году в Лондоне был воздвигнут обелиск, на котором высечены имена 136 человек, не щадивших себя в стремлении поставить икс-лучи на службу человечеству и погубленных смертоносной силой таинственных невидимок. В 1936 году в Гамбург-Эппендорфе установлен такой же монумент с надписью: «Памятник посвящается рентгенологам и радиологам всех наций, врачам, физикам, химикам, техникам, лаборантам и сестрам, пожертвовавшим своей жизнью в борьбе против болезней их ближних. Они героически прокладывали путь к эффективному и безопасному применению рентгеновских лучей и радия в медицине. Слава их бессмертна». А на гранях камня — печальный мартиролог со 169 фамилиями тех, кто скончался от облучения.



К 1959 году в списке жертв значились уже 360 человек, среди них — 13 наших соотечественников. Некоторые были мучениками из мучеников. У. Додд из Бостона умер от рака после 46 операций. Неужели такая участь неминуема?

Нет, ее избежал, например, В. Рентген. Возможно, и здесь сказалось его чутье. Рентген проявил известную осторожность в работе с икс-лучами. Во время своих опытов он прятался в оцинкованный шкаф, а вскоре и вообще перестал ими заниматься. Умер он в 78-летнем возрасте от рака, распознанного, кстати сказать, с их помощью.

Сегодня существует и продолжает совершенствоваться целый комплекс защитных мер, ограждающих каждого, кто сталкивается с ионизирующей радиацией, от ее вредного воздействия. Приняты предельно допустимые дозы: 5 рентген за год для тех, кто непосредственно имеет дело с ее источниками; 0,5 рентгена для работающих в смежных помещениях и 0,05 для остального персонала и всего населения.

В процессе эволюции животный и растительный мир выработал механизмы самообороны от облучения. Клетка делает все, чтобы устранить, нейтрализовать вызванные им повреждения. Конечно, такая система самоочищения от них не всесильна. И представляется весьма заманчивым поднять ее эффективность. Этой проблемой заняты биологи всех континентов.

А пока ничего не остается, кроме как всячески уменьшать риск, связанный с использованием проникающей радиации. Например, при рентгеновских процедурах ее направляют лишь на тот участок тела, где могут быть патологические изменения. Особенно тщательно оберегаются от нее половые железы — во избежание отрицательных генетических последствий. Профилактическое просвечивание детей до 12 лет в СССР запрещено. Со временем этот возрастной предел будет, несомненно, поднят. Конечно, обследуют и малышей, но в исключительных ситуациях, в случае крайней необходимости, по самым строгим показаниям.

Успешно решается и такая задача — сократить самое крупномасштабное из массовых профилактических обследований — рентгеновское, практикуемое десятками государств. Еще недавно оно проводилось у нас всегда и везде, поступал ли человек в специальные учебные заведения, устраивался ли на работу, не говоря уж о ежегодных медицинских осмотрах в порядке диспансеризации. Что оно собой представляет, знает, вероятно, каждый. Это прежде всего флюорография — фотосъемка с флюоресцирующего экрана.

Делается все, чтобы уменьшить вред облучения не только в диагностике, но и в терапии. Когда оно применяется при лечении, скажем, опухоли, то должно как можно меньше поражать здоровые ткани. Если злокачественное новообразование находится снаружи, все просто. А если оно упрятано глубоко внутри? Поток радиации направляют на него узким пучком, который к тому же перемещают, чтобы он не слишком долго воздействовал на одни и те же окружающие ткани и кожные покровы, лежащие на пути к мишени. Нередко используют электронный луч ускорителя (бетатрона), дающий максимум дозы не снаружи, а на той или иной глубине.

Предпринимаются попытки елико возможно заменить рентген другими «родами оружия».

Десятилетиями оставался он единственным средством удаления волос при грибковых и бактериальных заболеваниях, поражающих кожу под шевелюрой, бородой, усами. С его помощью удаляли волосы (до того приходилось прибегать к мучительной процедуре — выщипывать их вручную, все до единого, а ведь их на голове от 80 до 140 тысяч). За облучение ухватились как за спасательный круг: оно безболезненно приводило к облысению, разумеется, временному — на месяц-другой.

Зараза, которая, бывало, держалась годами, пропадала через несколько дней. Но какой ценой! Человек получал на каждое поле 450—500 рентген. Конечно, использовалось мягкое излучение с малой проникающей способностью, которое поглощалось преимущественно кожей. И все же... Сегодня волосы удаляют иначе, с помощью эпилинового пластыря, содержащего химическое вещество — эпилин. И только в тех случаях, когда химические препараты абсолютно непереносимы для организма, обращаются к рентгеновской радиации.

В последнее время у рентгеновской радиации появилось много конкурентов. Как ни странно, некоторые внутренние болезни удается распознавать снаружи — по температуре тела. Вернее, по ее отклонениям от нормальной. От какой именно? Она ведь, как известно, неодинакова на разных участках кожных покровов. Самая высокая — 36,8° (подмышечная впадина), самая низкая — 24—28° (кисти и стопы). Другие значения: 33,5—34° (лицо, шея), 30—32° (туловище, руки и ноги).

Ни для кого не секрет, что по этому распределению и его изменениям можно судить о состоянии здоровья. Порой даже на ощупь легко ощутить жар, прикоснувшись ко лбу или к тому месту, где появилась припухлость, краснота. Точные измерения помогают выявить патологический процесс, начинающийся где-то внутри организма и на первый взгляд ничем себя не выдающий. Распознать, например, еще в зародыше злокачественное перерождение ткани на той или иной глубине под кожей. Предсказать развитие инсульта, кровоизлияния в мозг. Там и тут — по местному изменению температуры. В первом случае — по ее повышению, вызванному бурным делением клеток. Во втором, по ее понижению, обусловленному сужением сосудов.

Это удается благодаря термовидению, которое все шире применяется в науке и технике. Речь идет о преобразовании инфракрасных (тепловых) лучей в видимый свет. Их испускает все, что нас окружает, но неодинаково интенсивно. Скажем, холодные камни построек — в меньшей степени, чем люди и животные. На экране получается мозаика светлых и темных пятен, которая складывается в целостную и четкую черно-белую картину.

Созданные на этом принципе инфракрасные бинокли позволяют хорошо разглядеть человека в полном мраке. В результате джентльменам удачи уже наивно обнадеживать себя словами песни, сочиненной в эпоху троек: «Была бы только ночка, да ночка потемней».

Так можно предупреждать и злодеяния, которые затеваются врагами здоровья внутри нашего организма. Тепловизоры становятся все чувствительней. Они регистрируют уже разницу в десятые доли градуса. Чем больше температурный контраст между соседними участками тела, тем четче изображение, которое дают на экране инфракрасные лучи, преобразуемые в видимые специальной аппаратурой.

Термовидение, как показывает само название, в чем-то аналогично рентгеноскопии, то есть предполагает визуальное наблюдение. Есть и подобие рентгенографии — термография (фото- или киносъемка на особую пленку). Правда, фиксированные изображения оставляют желать лучшего, и метод пока не вошел в клиническую практику достаточно широко. Однако даже предварительный опыт, который накоплен за по-

следние годы, кажется весьма многообещающим в диагностике болезней сосудистой, нервной, эндокринной систем.

Участки кожи в тех местах, где затруднен приток крови, холоднее и дают на термограммах почернение. Появление темных пятен выше надбровных дуг свидетельствует о сужении сосудов, питающих мозг, и позволяет предсказать угрозу инсульта. Злокачественные опухоли, имея повышенную температуру, просматриваются на «тепловом портрете» как светлые «горячие очаги».

Глубинные патологические процессы, если они сопровождаются лишь местным разогреванием тканей, к сожалению, не регистрируются термографически. И уж тут-то, казалось бы, рентген вне конкуренции, но...

Нельзя ли «всевидящее око» заменить «всеслышащим ухом»? Речь вот о чем. Оказывается, ткани можно зондировать на любую глубину, причем безвредно для них и безболезненно. Как? Ультразвуком. Вспомним: он давно уже используется для эхолокации на подводных лодках, которые с его помощью определяют расстояние до дна морского, до любых твердых объектов в жидкой среде. Еще раньше, чем людям, он стал служить животным: дельфинам и прочим китообразным, летучим мышам, которые могут благодаря ему свободно двигаться вслепую и охотиться в полной темноте. Посылают они его короткими импульсами, воспринимая затем эхо, вызванное таким «писком».

Наш организм, а он на $^{7}/_{10}$ состоит из воды, — собрание всех агрегатных состояний, от жидкого (кровь) до газообразного (воздух в легких) и твердого (кости). Эти среды с их неодинаковой плотностью по-разному проницаемы для ультразвука. И он там не везде пронизывает нас насквозь беспрепятственно: где просто ослабляется, а где и отражается от преград.

Такое прощупывание неоднородностей, естественно, дает куда больше информации, чем прослушивание с помощью фонендоскопа или «невооруженным» ухом. А в иных случаях — больше, чем просвечивание. Обнаруживает, например, мельчайшие камни в почках, незримые для «всевидящего глаза» или слишком прозрачные для него чужеродные тела из пластмасс.

Во время интервенции во Вьетнаме американская военщина применила шариковые бомбы, начиненные пластмассовыми гранулами. Такая шрапнель прозрачна для рентгеновских лучей настолько, что они не в состоянии выявлять ее в теле у раненого. Ультразвук же легко справляется с этой проблемой.

Главное, однако, в другом: он безопасен Не только для пациентов, но и для врачей, которые имеют с ним дело постоянно.

Еще одно немаловажное достоинство: аппаратура для акустического зондирования проще и вдесятеро дешевле, чем для рентгеновского просвечивания. Она бывает двух типов. В первом случае используется принцип эхолота, когда сравниваются посланные и отраженные сигналы (импульсы); источник и приемник находятся по одну сторону от пациента. Во втором случае звуковые волны пронизывают организм непрерывным потоком — точь-в-точь, как рентгеновская радиация. Тогда их генератор и детектор располагаются, естественно, друг против друга, а пациент посредине. Чаще всего применяется именно этот метод, который в отличие от эхолокационного называется трансмиссионным (от латинского «транс» — «через, сквозь» и «миссио» — «посылка, передача»).

Понятно, что увидеть звук, не просто незримый, но еще и неслышимый для нас, — не проблема для нынешней техники. Прежде всего вспомним, что он собой представляет. Это продольные колебания упругой среды. Пройдя через организм, они улавливаются таким же примерно датчиком, каким оборудован адаптер радиолы. Там они преобразуются в электрические сигналы, которые после усиления воспроизводятся на экране кинескопа в виде светящихся линий. Их форма многое скажет опытному глазу. Но обычно для расшифровки применяется автоматика. По точно измеренным параметрам специальное устройство определяет характеристики зондируемой среды. В частности, что очень важно, — глубину, на которой находится чужеродное тело или патологический очаг. Эта ценная особенность метода позволяет проводить послойное обследование организма.

Пока что результаты ультразвуковой диагностики поступают на выход в зашифрованной форме. Но их можно преобразовать и так, чтобы получать на экране

обычную светотеневую картину изучаемой структуры, подобную рентгеновской. Это достигается с помощью электронно-акустического преобразователя. Проблема в том, чтобы поднять качество изображения, которое оставляет пока желать лучшего. Задача, несомненно, будет решена. И тогда звуковидение станет серьезнейшим конкурентом рентгенологии.

— Получается, что вы, специалист по рентгенологии, ее популяризатор и пропагандист, подписываете смертный приговор милой вашему сердцу дисциплине.

— Ничуть не бывало. Так вопрос не стоит. Рентгенология долго еще послужит верой и правдой, пока не удастся найти нечто более эффективное и безвредное. К тому же не забудьте, что пациентом рентгеновского кабинета является не только гомо сапиенс, но и братья наши меньшие.

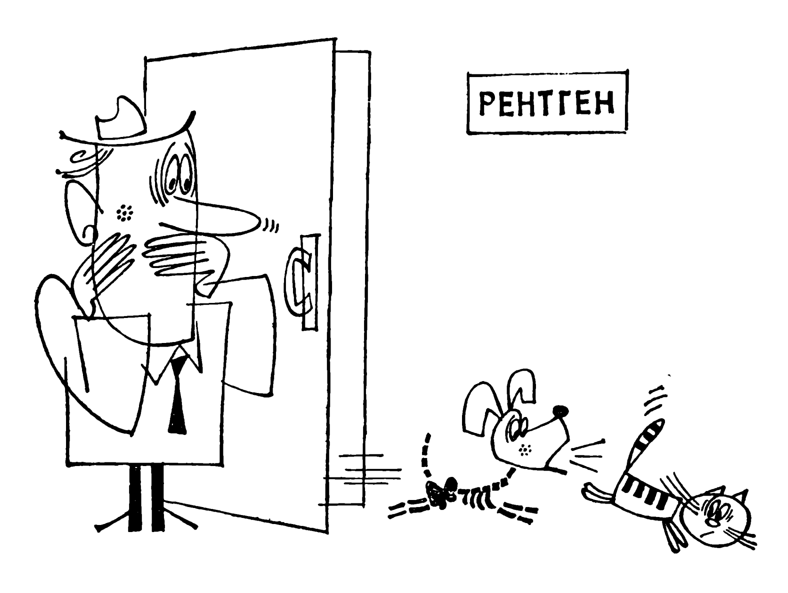
Зачем корове губная помада, зажимы для чулок, шпильки для волос, обручальное кольцо или, к примеру, медаль за многодетность? Натурально и положительно ни к чему, но недаром о неожиданно запропастившейся вещи исстари говорят: как корова языком слизнула.

«Что можно найти в желудке у коровы?» Такое сообщение напечатал доцент Московской ветеринарной академии В. Тарасов. Случается, пишет он, домашние животные, еще вчера здоровые, вдруг теряют аппетит, становятся вялыми, понурыми, еле плетутся за стадом. Ложась и вставая, стонут, постепенно чахнут, вызывая естественную жалость и желание хоть чем-нибудь помочь. Увы, не раз бывало, когда даже ценные экземпляры ценных пород отправлялись на убой. Причины внезапного недомогания? Они могли бы показаться загадочными, если бы не рентген.

Вот что извлек В. Тарасов из пищеварительного тракта домашних животных, проделав 220 хирургических операций: серебряные и медные монеты (на 56 рублей), гвозди и шурупы (1975 штук), куски проволоки (612), металлические обломки (363), патефонные и швейные иглы (274), гайки (92), ключи (86), булавки (66), осколки стекла (56), шпильки и заколки для волос (54), подшипниковые шарики (23), пуговицы (17), дамские зажимы для чулок (11), колесики настенных часов (9), фарфоровые ролики-электроизоляторы (7),

крючки (6), броши (4), пули (3), крышки от дамских часов (2), чайные ложки (2), футляры для губной помады (2), наперстки (2), шпульки от швейной машины (2), остатки очков, зубной протез, блесну рыболовную, штопор, вилку, зажигалку, обручальное кольцо, наконец, медаль «Материнская слава». Тысячи предметов!

О вкусах, конечно, не спорят, прямо скажем, они несколько экстравагантны в столь пестром разнообразии. А в век научно-технической революции можно ожидать



и не таких сообщений. Не стоит удивляться, если кто-то известит читателей, как буренка вместо нечленораздельного «му-му» разразилась вдруг хабанерой из «Кармен» или лекцией о жизни на Марсе: транзисторные приемники становятся все миниатюрнее.

А если всерьез, то в заботе о «братьях наших меньших», в частности о редких, исчезающих представителях фауны, люди не вправе пренебрегать рентгеном. Разумеется, медикам он нужнее, чем ветеринарам, не только сегодня, но и в обозримой перспективе.

Конечно, если бы им вдруг перестали пользоваться, то исчез бы и причиняемый рентгеном вред. Но такой гипотетический выигрыш утонул бы в колоссальном

приросте заболеваемости и смертности. И недаром в крупных клиниках всего мира число рентгеновских процедур продолжает расти.

Да, проникающее излучение опасно в любых дозах, даже самых малых, но ведь это один из сотен, даже, может, тысяч факторов, которые сказываются на нас отрицательно. Между тем именно на него обращают особое внимание: как-никак грозные «таинственные невидимки». Потому, вероятно, среди прочих факторов нет ни одного, для которого были бы приняты столь жесткие нормы, как в отношении ионизирующей радиации. И ни в какой иной области правила техники безопасности не разработаны столь детально и не выполняются столь тщательно.

Сказанное — вовсе не повод для самоуспокоения. И по-прежнему предпринимаются энергичные усилия, с тем чтобы свести на нет радиационную опасность. Успехи налицо, достаточно сравнить то, что было, с тем, что стало.

Страшно подумать, какую дозу получал пациент при просвечивании на рубеже XIX—XX веков. Чтобы изготовить рентгенограмму грудной клетки взрослого человека, требовалась экспозиция в... полтора-два часа. Низкая чувствительность фотоэмульсии? Не только. Вся аппаратура в сопоставлении с нынешней была примитивной. Трубки, например, приходилось время от времени отключать для того лишь, чтобы дать им, слабосильным, отдых. С учетом этих вынужденных перерывов процедура отнимала весь рабочий день. Сегодня такой снимок делается за $^1/_{10}$ секунды, то есть с выдержкой, которая в десятки тысяч раз короче, а его качество, понятно, несравненно выше.

Одно из важных усовершенствований появилось в первые же 10 лет XX века. Для съемки начали использоваться усиливающие экраны, между которыми располагали фотопленку. Благодаря этому при той же светочувствительности пленки экспозиция сокращалась в десятки раз. Соответственно во столько же раз снижалась лучевая нагрузка на организм.

Это привело к тому, что рентгенография по своей разрешающей способности превзошла рентгеноскопию. На снимках можно различать 40 линий в пределах каждого сантиметра, на просвечивающем экра-

не — лишь 3 линии на сантиметр, то есть в 13 раз меньше.

Конструкторы, понятно, никогда не останавливались на достигнутом. Одна из важных задач, которую они поставили перед собой, — свести на нет так называемую динамическую нерезкость, обусловленную движением органов. Если задержать дыхание, легкие не будут изменять объем и форму, но сердце, например, никак не остановишь. Желудок тоже сокращается непроизвольно. Чтобы снимки его были четкими, необходимо уменьшить выдержку до 0,02 секунды. И стало быть, увеличить мощность рентгеновской аппаратуры до 50 киловатт как минимум. Значит, через трубку пойдет ток в 0,5 ампера при напряжении в 100 тысяч вольт. А это связано с целым рядом трудностей.

Конечно, добиться таких параметров — дело нехитрое. На практике они бывают и выше. Но чем жестче режим, тем больше энергии затрачивается впустую — на тепловые потери, которые и так уносят львиную ее долю (едва ли не 99 процентов!). Как видно, у рентгеновской трубки КПД ничтожно мал (около 1 процента). Он намного ниже, чем, например, у парового котла (20 процентов).

Впрочем, дело не только и даже, пожалуй, не столько в потерях энергии самих по себе. Главное в другом: чем интенсивнее выделяется тепло, тем сильнее нагревается анод. Он раскаляется зачастую до 2 тысяч градусов, из-за чего постепенно разрушается. И вот его стали делать вращающимся. Чтобы площадочка, куда бьют электроны, непрерывно перемещалась по его зеркалу, а остальная поверхность тем временем отдыхала, охлаждаясь. Такое решение позволило поднять мощность рентгеновских трубок с 5 до 50 киловатт. Но и этого оказалось недостаточно.

При некоторых обследованиях (скажем, при съемке сосудов сердца) экспозицию необходимо сократить до 0,001 секунды. И значит, соответственно увеличить мощность. Технически такое вполне реально: достаточно расширить площадочку на аноде, куда нацелен сфокусированный пучок электронов. Но тогда изображение проиграет в резкости. Поперечник этого фокусного пятна не должен превышать двух миллиметров. Идеальной была бы точечная мишень. Уже удалось

получить такой источник с помощью лазера. Эксперименты обнадеживают.

Сейчас продолжаются попытки усовершенствовать анод так, чтобы он, с одной стороны, не перегревался, а с другой — стал более жаропрочным. Пока что его делают из таких тугоплавких материалов, как вольфрам, молибден. Возможно, пригодится графит, обладающий завидной термостойкостью. Если из него будет создан достаточно прочный и компактный анод, мощность трубки значительно увеличится.

Предстоит справиться и с другими задачами. При жестких режимах работы анод должен вращаться быстрее, иначе он расплавится. Однако при больших скоростях да еще высоких температурах не выдерживают подшипники. Нужна особая смазка: не только термостойкая, но и нелетучая, рассчитанная на работу в вакууме.

— Итак, все новые проблемы?

— Да, но и все новые поиски, новые находки. Без этого немыслимо развитие, которое всегда идет через преодоление противоречий.

— Но зачем окунаться в атмосферу вашей кухни нам, непосвященным?

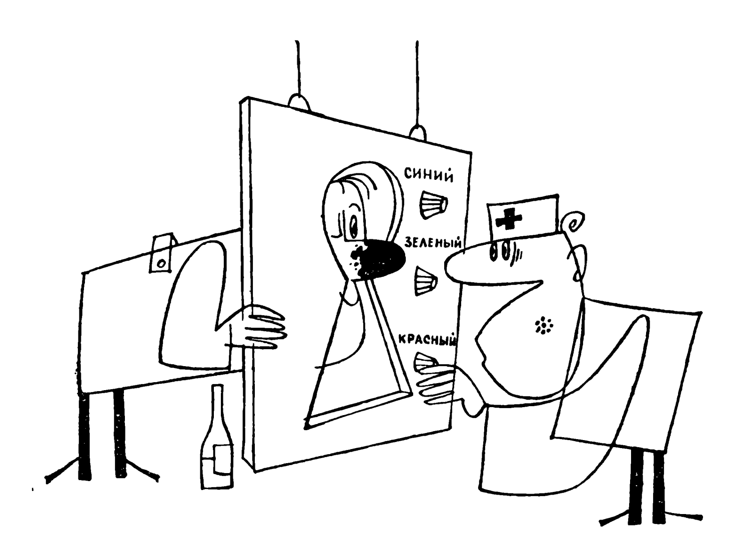
— Ее нелишне почувствовать всем. В эпоху научно-технической революции не только рентгенолог или иной ученый — любой наш современник, сознает он это или нет, обязан мыслить иначе, чем его деды, не вправе ограничиваться простым исполнением привычных функций «по старинке». Не может не интересоваться: почему так, а не иначе и как лучше? Иначе говоря, должен не бежать от проблем, не закрывать их, а вскрывать, ставить и разрешать.

Что произошло бы с нашими современниками и потомками, если бы на Земле вдруг не стало серебра? Иные усмехнутся: никакой трагедии, проживем и без него. Чайные ложки, мол, да подстаканники можно делать из нержавеющей стали...

Что ж, ювелирная промышленность и впрямь легко обошлась бы без этого драгоценного металла. Куда труднее отказаться от него электротехнике, но и тут наверняка удастся подыскать достойную замену. А вот как быть кинофотоиндустрии? Это единственная из трех названных отраслей — главных его потребительниц, которая без серебра просто немыслима.

Кто не знает, что светочувствительной пленку делают соединения серебра? Всем известно и то, что она нужна не только кинооператору и фоторепортеру, но и тому, кто спасает людей от болезней, от смерти, — рентгенологу.

Вот уж подлинно драгоценный металл! В первую очередь для медицины. И это один из дефицитнейших элементов на Земле. По некоторым подсчетам, его мировых запасов хватит разве лишь на 20 лет. Конечно, какая-то его часть возвращается благодаря утилизации



отходов, но именно часть. А расходы продолжают расти. Его экономия — одна из насущнейших задач, важность которой многие, к сожалению, все еще не осознали в полной мере.

Рентгеновская пленка имеет два эмульсионных слоя. Каждый квадратный метр содержит 14 граммов серебра. Используется же она в огромных и к тому же растущих количествах. Проблема налицо. А поиски, решения?

Мы помним, что такое флюорография. Что профилактические обследования населения этим методом, хотя и остаются массовыми, кое-где, однако, начали уже сворачиваться. В будущем их масштабы станут, вероятно,

намного меньше, чем ныне. Сократится и расход пленки. Но сберегать ее в еще больших количествах позволило бы повсеместное распространение опыта, накопленного флюорографией.

Флюорограмма имеет только один светочувствительный слой. Кроме того, она по площади в 10—20 раз меньше крупноформатной стандартной рентгенограммы. И в большинстве случаев может ее заменить, что сулит немалую экономию. Конечно, изображение будет мельче. Но его можно увеличить для рассматривания с помощью специальных проекторов. Дело, понятно, не только в материальной выгоде. Если компактную флюорографическую камеру установить на электронно-оптический усилитель стационарного аппарата, можно полностью заменить крупноформатные снимки на 70- или 100-миллиметровые флюорограммы, снизив при этом лучевые нагрузки.

Такая комбинация обладает еще одним достоинством. Она позволяет запечатлеть исследуемый орган почти кинематографически — многократно с коротким интервалом по заданной программе. Например, с частотой 6 кадров в секунду. Это очень важно при регистрации быстротекущих процессов. Таких, как, скажем, глотание «бариевой каши» (контрастной массы) и ее продвижение по пищеводу.

Хорошо, а не уменьшится ли вместе с размерами изображения его диагностическая информативность? Да, если пленка 70-миллиметровая. Нет, если она 100-миллиметровая. Сделанные на ней снимки по разрешающей силе равноценны стандартным крупноформатным рентгенограммам. Правда, требуют увеличения, но при необходимости могут разглядываться и без проектора, невооруженным глазом.

Предположим, однако, что кто-то сочтет для себя абсолютно необходимым изображения в натуральную величину. Что ж, на них вовсе не обязательно расходовать пленку. Можно обойтись обычной писчей бумагой.

В народном хозяйстве давно уже применяется ксерография (от греческого «ксерос» — «сухой»). Она основана на способности селеновой пластины накапливать электростатический заряд, а затем терять его под действием видимых (или рентгеновских) лучей, сохраняя

его на затемненных участках. В результате на поверхности пластины возникает скрытое изображение. Его проявляют, опыляя тонкодисперсным красящим порошком, который точно воспроизводит распределение света и теней. Рисунок затем перепечатывают на бумагу.

Так получают электрорентгенограммы, затрачивая на это 2—3 минуты. Одна селеновая пластина выдерживает 2—3 тысячи таких процедур, что позволяет сберечь до 3 килограммов серебра. Изображение мало уступает по качеству обычному рентгенографическому, а нередко бывает и более информативным: видны даже волосы, очень хорошо прорисовываются мягкие ткани.

Спору нет, всякая экономия должна быть разумной. Если есть возможности повысить эффективность диагностики, они должны быть реализованы, путь даже понадобятся дополнительные затраты. Вот, к примеру, уже упоминавшаяся цветная рентгенография. Ей необходима пленка, притом еще более дорогая, чем черно-белая. Но цель оправдывает средства: изображение оказывается информативнее. Как же его получают?

Есть несколько способов. Вот один из них. Обследуемый объект снимают трижды, каждый раз при ином напряжении рентгеновской трубки, то есть в лучах неодинаковой жесткости. Изготовляют три черно-белых негатива. Каждый из них окрашивают одним из основных цветов: первый — синим, второй — зеленым, третий — красным. Затем все три совмещают и делают один отпечаток на цветной пленке.

Все вроде бы просто и хорошо, но, к сожалению, пациент получает три дозы вместо одной. Этого недостатка лишен метод тоноразделения, предложенный в 1963 году немецким ученым Р. Гаройсом. Здесь нужна лишь однократная экспозиция. На снимке выделяют различные зоны плотности, и на каждую из них изготовляют свою копию рентгенограммы. В конце концов все совмещают на цветной пленке, получая условно окрашенное изображение.

Чтобы упростить такие превращения, создается специальная цветная пленка. Она имеет несколько слоев. Каждый реагирует на определенную интенсивность рент-

геновской радиации. После проявления возникает черно-белое изображение, а после отбеливания — окрашенное. Самые светлые участки выглядят красными, более темные — зелеными, синими, фиолетовыми.

Такая рентгенограмма богаче информацией, но ее анализ требует определенного навыка и психологической перестройки. Алая кровь и коричневая желчь, контрастированные соответствующими препаратами, оказываются зелеными, как и кости, и все, что хорошо задерживает проникающую радиацию. Зато ажурная структура легких, прозрачная масса мягких тканей предстанет взору врача пурпурной.

Ясно, что тут нет ничего общего с естественной палитрой красок. Но ведь ее искажают и черно-белые снимки, к которым все мы давно привыкли. Почему бы не привыкнуть и к искусственно измененным цветам? В конце концов, ведь наше восприятие цвета также условно, потому что оно опосредовано нашими органами чувств. Об этом знали или догадывались даже древние. Материалист, мыслитель и поэт Лукреций писал:

Словом, не думай, что вещь, коль она обладает окраской
Той иль иной, потому ее носит, что в ней основные
Тельца ее вещества окрашены цветом таким же.
Ибо у тел основных никакой не бывает окраски,
Ни одинаковой с той, что присуща вещам, ни отличной.

— Если флюорография «почти кинематографична» (до 6 кадров в секунду), то, верно, есть и настоящие кинематографические скорости?

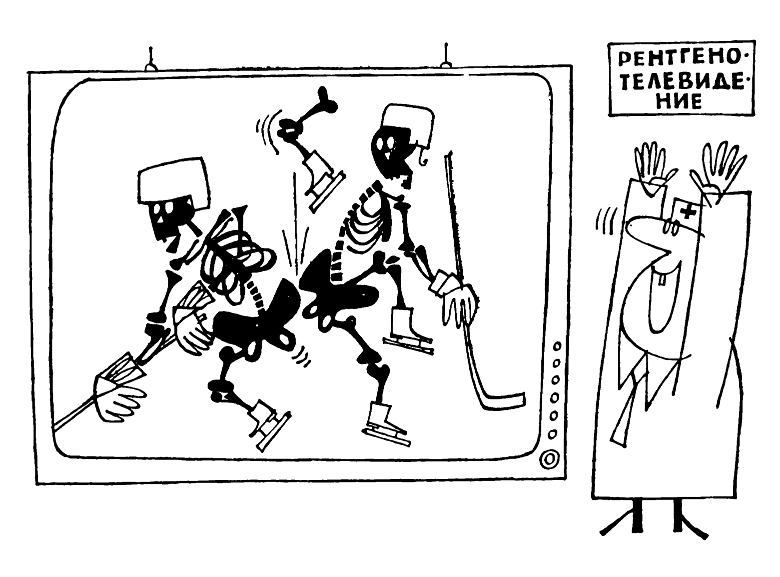
— Конечно. Существует рентгеновское кино с нормальной, ускоренной и замедленной съемкой. Есть также рентгеновское телевидение. Как и обычное, оно использует магнитную запись изображения.

— Что это дает? Экономится серебро?

— Не только. Рентгенологи получили наконец возможность выйти на свет из полумрака своих кабинетов, лучше наладить хранение архивных материалов.

28 декабря 1895 года — в тот самый день, каким В. Рентген датировал свое первое сообщение «О новом роде лучей»,—в подвале «Гран-кафе» на бульваре Капуцинов в Париже состоялся первый публичный платный киносеанс.

Так начинало свой путь «синема», детище братьев Л. и О. Люмьер. Оно произвело фурор. Демонстрировались снятые на натуре сценки «Завтрак ребенка», «Политый поливальщик», «Выход рабочих с фабрики Люмьера». Кто бы подумал тогда, что их действующих лиц можно увидеть на экране не только движущимися, но и прозрачными, словно сделанными из стекла! Проследить, как функционируют пищевод и желудок малыша, сердце поливальщика, легкие рабочих и скелеты самих братьев Люмьер.



Ровесники — икс-лучи и «ожившие фото» — не могли не встретиться еще «на заре туманной юности». Что же получилось? Ничего, несмотря на все ухищрения тех, кто мечтал о союзе двух замечательных нововведений. Выяснилось, что киносъемка прямо с флюоресцирующего экрана неосуществима. Мешала слабая его яркость, и никто не знал, как ее усилить без резкого повышения лучевых нагрузок. Так разошлись пути Великого немого и «всевидящего глаза».

Минули десятилетия, и рентгенокинематография родилась заново. Этот синтез назревал исподволь: увеличивалась мощность трубок и чувствительность пленки, уменьшалась необходимая экспозиция

и радиационная опасность. Но прежде всего он стал возможен благодаря перевороту в рентгенологии, начавшемуся в 50-е годы, когда появились электронно-оптические усилители.

Сегодня никого не удивишь установками, фиксирующими рентгеновское изображение с хорошей четкостью при малой выдержке (400 кадров в секунду и выше). Такая спешка, разумеется, не ради кинотрюков. Представьте, что изучается работа сердца и сосудов. Чтобы увидеть движение крови, прозрачной для рентгена, ее нужно «очернить» контрастными препаратами. Но непрестанно циркулируя, кровь стремительно разнесет их по своему ветвящемуся руслу, и те вмиг растают на глазах, как чернильная капля в быстрой струе воды. Тут-то и выручает «лупа времени», которая замедляет для наблюдателя быстротекущий процесс. Скажем, в десять раз, если съемку вести с высокой скоростью (например, 240 кадров в секунду), а демонстрацию — с нормальной (24) или пониженной (16 кадров).

И наоборот, бывают изменения, слишком неторопливые для нашего нетерпеливого разума; чтобы они воспринимались наилучшим образом, их сжимают во времени. Здесь могут пригодиться, кстати, скорости программированной флюорографии с ее 2—4—6 кадрами в секунду. Ту же ленту потом можно прокрутить быстрее (24 кадра в секунду).

Все это, несомненно, расширило возможности медицины. Тем не менее Великий немой рентгенологии, притязавший на титул короля в ее царстве, был вынужден уступить корону более удачливому претенденту. Как рабочий метод диагностики он был вытеснен почти отовсюду, если не считать обследования сердца, более молодым соперником — телевидением с его возможностью записывать изображение магнитным способом. Уделом рентгенокинематографии с ее эффектными фильмами о таинственных невидимках осталась в основном популяризация науки, работа в рекламных и учебных целях.

Что касается телевидения, то идею применимости его в рентгенодиагностике француз Довилье запатентовал еще в 1915 году. Прошло, однако, 40 лет, прежде чем проект был реализован. Мысль пробивалась теми же неторными тропами, спотыкаясь на тех же препятствиях, какие преодолевал синтез рентгена и кино.

Поначалу передающую телевизионную трубку нацеливали прямо на флюоресцирующий экран. После многочисленных неудач пытались обойтись без него, преобразуя икс-лучи в видеосигналы непосредственно, но и это не принесло успеха. Дело сдвинулось с мертвой точки лишь после того, как появились электронно-оптические усилители.

Электронно-оптический усилитель представляет собой вакуумную колбу с двумя электродами: катодом и анодом. Дно колбы покрыто люминофором. К нему прилегает пленка сурьмяно-цезиевого фотокатода. При просвечивании больного на входном экране появляется свечение, под влиянием которого в фотокатоде возникает эмиссия электронов. Свободные электроны в электрическом поле устремляются к аноду, где устанавливается выходной экран. На нем возникает уменьшенное изображение, яркость которого в несколько тысяч раз больше, чем яркость у входного экрана. Светотеневая картина стала настолько яркой, что ее можно теперь рассматривать на свету. При этом удается не только сохранить, но даже улучшить очень важную характеристику — разрешающую способность, а также уменьшить лучевую нагрузку на организм пациента.

Казалось бы, диагносты должны довольствоваться достигнутым. Наконец-то они обрели то, о чем мечтали! Однако такова диалектика прогресса — беспокойному человеческому разуму всегда мало уже завоеванного; лучшее — враг хорошего, но подавай именно лучшее.

Изображение, полученное с помощью усилителя, мог рассматривать только один человек (в монокуляр). Возникли трудности, связанные с необходимостью выполнять несколько операций одновременно: анализировать рентгеновскую картину, управлять аппаратурой, наблюдать за пациентом.

Новые проблемы — новые поиски — новые решения. На выходе электронно-оптического преобразователя устанавливается передающая трубка. От нее видеосигналы поступают на кинескоп телевизора. Эта двухступенчатая система вроде бы идеальна, но... Кто поручится, что завтра ею снова не будут недовольны?

Итак, рентгенотелевидение. Его достоинства? Высококачественное изображение, возможность менять его контрастность, получать не только позитивную, но и

негативную картину, рассматривать одновременно целой аудиторией, передавать на любые расстояния обычной техникой связи — кабельной, радиорелейной. От привычной обстановки рентгеновского кабинета не остается и следа. Лучше не только больному, который облучается меньше; дистанционное управление позволяет врачу выйти из радиационно опасной зоны, вести все наблюдения из другой комнаты, из другого здания, из другого города.

И еще: можно работать при свете, электрическом или естественном. Раньше он только мешал рентгеноскопии. Теперь помогает. Причина проста. Чтобы разглядеть неяркое изображение, нужна темнота. А к ней глаза привыкают не скоро. Вспомните: войдя в зашторенный рентгеновский кабинет, когда белый день для вас внезапно сменяется ночным мраком, вы поначалу чувствуете себя словно ослепшим, хотя вам, собственно, ничего и видеть-то не надо. А каково врачу, который должен различать все детали на экране?

Светочувствительный слой глаза — сетчатка имеет два типа рецепторов: 100 миллионов палочек, они располагаются на периферии сетчатки, а в центре в области желтого пятна сосредоточено 6,5 миллиона колбочек, они предназначены для зрения при ярком свете. Светочувствительность колбочек довольно низкая, они реагируют только при яркой освещенности. Но зато разрешающая способность колбочкового аппарата гораздо выше, чем палочкового, а кроме того, колбочки способны различать цвета.

Благодаря двум типам рецепторов человек обладает способностью видеть в огромном диапазоне освещенности, когда самый яркий свет в миллиард раз сильнее самого тусклого. Переход от дневного к сумеречному зрению осуществляется с помощью зрительного пигмента. Этот процесс происходит плавно в течение 15—20 минут, у пожилых — еще дольше. Транжирится драгоценное время.

Но главная потеря в другом. При каждом таком переходе от дневного зрения к сумеречному оно утрачивает остроту. Если прибегнуть к аналогии, это все равно что сменить в фотокамере пленку на более чувствительную, но не столь мелкозернистую, то есть проиграть в резкости. При слабой освещенности изображение для нас неясно, расплывчато, не столь четко расчленено на

детали, как при нормальной. По остроумному замечанию одного специалиста, если ночью все кошки серы, это еще полбеды, беда в том, что ты никогда не уверен, кошки ли это вообще.

Понижается, кстати, не только разрешающая способность, но и скорость восприятия. Обследование удлиняется. Облучение тоже. Да еще адаптация, которая продолжается порой куда дольше, чем само просвечивание. Вот и стараются врачи как можно реже выходить из кабинета, сидя там как на приколе, что мешает рациональному использованию рабочего времени. Мало помогают и темные очки, которые они вынуждены надевать даже в помещении, когда выбираются на свет божий.

В темной комнате, которая все больше загромождается аппаратурой, трудно ориентироваться всем — и больному и персоналу. Проблема усугубляется тем, что рентгеновские кабинеты все чаще превращаются в настоящие операционные. А хирурги не хотят и не могут действовать на ощупь.

Становление современной рентгенологии происходило подобно сотворению мира. «Вначале существовал лишь вечный безграничный темный хаос». «Земля была безводна и пуста, и тьма над бездною». Но вот подобно лучезарному Аполлону родилось рентгенотелевидение. «И разлились потоки яркого света». Началась новая эра рентгенологии.

Рентгенотелевидение открыло зеленый светофор целому ряду новых технических возможностей. Возьмем, к примеру, видеомагнитную запись. Магнитная лента не содержит дефицитного серебра. Она не только дешевле, но и удобнее в обращении. Ее не нужно обрабатывать: ни проявлять, ни закреплять, ни сушить. Видеомагнитная запись позволяет воспроизводить на телеэкране любое исследование снова и снова для самоконтроля или для последующих уточнений. Это позволяет сократить время просвечивания и, стало быть, снизить дозу облучения пациента. Наконец, магнитную ленту проще хранить, чем огнеопасную кинопленку. Может быть, теперь удастся разрешить проблему рентгеновских архивов.

— Неужели рентгенолог обязан быть еще и архивариусом?

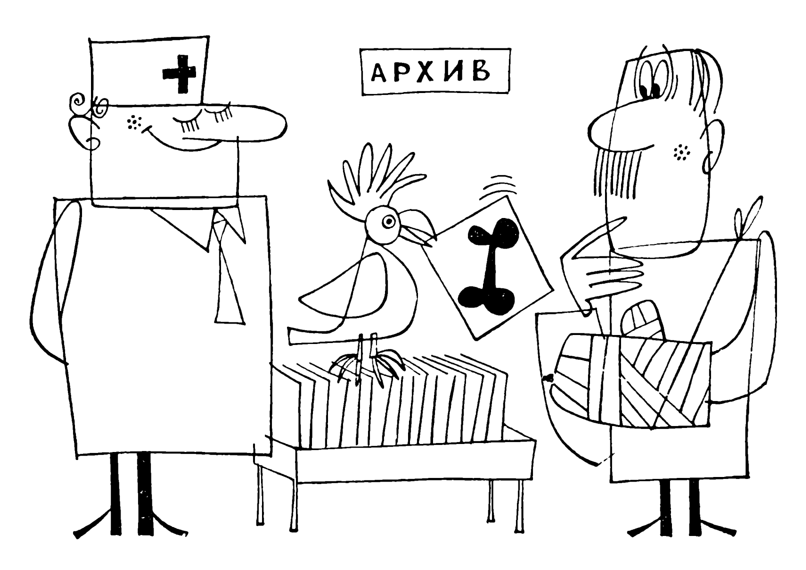
— А почему же нет? Архивное дело — это одна из сфер нашей деятельности, одна из областей рентгенологии.

— А зачем нужны рентгеновские архивы? Дабы оправдаться в случае неверного диагноза?

— Нет, для тщательного анализа и сопоставления, чтобы меньше было неточных диагнозов и печальных исходов.

«Я в голове принес домой весь фон картины «Петр I и Алексей» — с камином, с карнизами, с четырьмя картинами голландской школы, со стульями, с полом и освещением; был всего один раз, чтобы не разбивать впечатления, которое вынес», — писал русский художник Н. Ге о работе над известным своим полотном.

Столь точно воспроизвести все детали увиденного позволила феноменальная зрительная память, которая называется эйдетической («фотографической»). Будь эта удивительная способность у всех у нас, тогда врач, может, и не обращался бы к архиву, где хранятся рентгенограммы с результатами прежних обследований, а по мере надобности просто восстанавливал бы мысленно, «прокручивая» их перед своим внутренним оком. Но дар эйдетика встречается исключительно редко.



«Ох уж этот склероз!» — сетуем мы подчас на свою память, полагая, будто ее огрехи обусловлены лишь патологическими изменениями в кровеносных сосудах, пи-

тающих мозг. Не возводите напраслину на свои естественные «архивы под черепной крышкой». Так уж они устроены, что через определенное время стирают какую-то часть информации, чтобы освободить место для новой. Установлено: через полчаса улетучивается до 40 процентов того, что мы узнали впервые. На следующий день остается уже не 60 процентов полученных сведений, а всего 35, через трое суток — 25, через месяц — примерно 20, и так далее. Это нормально.

Между тем болезни исчисляются десятками тысяч, а симптомы сотнями тысяч, и с прогрессом диагностики их количество постепенно растет. Ясно, что все это не упомнить нормальному человеку. Просто невозможно, а главное — не нужно. Когда память загромождается без разбору всякой всячиной, это опасно не только перегрузками для мозга. Необъятная масса бессвязных сведений мешает вычленять суть, лишает мышление гибкости, делает его консервативным, бескрылым, сковывая воображение, заставляя соскальзывать в привычную колею стандартных схем. А ведь анализ, проводимый диагностом, — отнюдь не механический перебор вариантов, но самый настоящий творческий акт, в основе которого и логика и интуиция.

«Я знал человека, который никогда ничего не забывал, — рассказывает профессор К. Платонов, видный наш психолог. — Он был буквально задавлен воспоминаниями и не мог выразить ни одной собственной мысли. Он воспроизводил прочитанные ему несколько дней назад большие газетные статьи, смысла которых не понимал. И в то же время не умел пересказать своими словами даже детскую книжку». Случай, конечно, патологический. Не все эйдетики таковы. Но и тем из них, кто имеет «нормально феноменальную» память, вовсе необязательно заполнять ее до отказа.

Короче говоря, рентгеновские архивы необходимы. Они нужны и специалисту, особенно молодому, чтобы возвратиться, скажем, к какому-то интересному случаю в собственной практике, не попавшему еще ни в один учебник или справочник. Они нужны и студентам, когда те постигают премудрости диагностики на различных примерах, как типичных, так и исключительных.

Представьте: при просвечивании обнаружено затемнение в легких, подозрительное на ателектаз — спадение, вызываемое нарушением проходимости бронха. Опу-

холь? Если да, то необходимо срочное хирургическое вмешательство. Но подобную же картину дает и недуг, при котором операция противопоказана, цирроз легкого на почве пневмонии или туберкулеза, перенесенных раньше.

Собран консилиум. При обсуждении выясняется, что пациент года два назад лежал в клинике с болезнью органов дыхания. И тут очень важно установить, какие элементы рентгенологической картины — последствия старого, заглохшего процесса, а какие — нового, угрожающего страданиями и смертью.

Человек за свою долгую жизнь переносит различные заболевания, которые оставляют свои следы. Перед рентгенологом возникают примерно те же проблемы, что и перед археологом на раскопках древнего городища: сменялись эпохи и цивилизации, культурный слой покрывался пеплом пожарищ и прахом запустения... Чтобы заставить говорить тот пласт, который оказывается главным, определяет сегодняшнее состояние больного и наилучшее лечение, нужно отбросить все, что не имеет или почти не имеет значения, затрудняя трактовку картины.

В подобной ситуации всегда нелишне иметь для сравнения рентгенограммы, отражающие предысторию недуга. Если обследования проводились и прежде, очень важно сопоставить их с новейшими, особенно в диагностике некоторых злокачественных опухолей, имеющих на ранних стадиях сходство с доброкачественными.

...Мужчина 46 лет, еще недавно вполне здоровый, обращается к врачу с воспалением легких. Выявляется шаровидное образование в легком, заставляющее подозревать рак. Но есть сомнение: аналогичная картина наблюдается при доброкачественных опухолях и кистах, не требующих экстренных мер. Если образование маленькое и расположено в глубине легочной ткани, к нему затруднен доступ для зондирования через бронхи и для пункции через грудную стенку. Ни клиническое состояние больного, ни лабораторные данные в таких случаях не позволяют поставить точный диагноз. Единственный критерий надежности для предоперационной диагностики — оценка темпов, какими растет опухоль. Злокачественные новообразования развиваются быстро, доброкачественные — медленно.

К счастью, в архиве найдена рентгенограмма нашего больного, полученная несколько месяцев назад в связи

с профилактическим осмотром. На ней нет ничего такого, что заставило бы подозревать рак. Иное дело теперь. Значит, требуется незамедлительное хирургическое вмешательство...

Это реальный случай из практики. После успешной операции есть все основания надеяться на благополучный исход.

Да, архивные материалы — необходимейшее подспорье. Надобность в них возникает повседневно. К сожалению, сплошь да рядом за ними приходится отправлять сотрудника, отрывая его от непосредственной работы в клинике. А сколько таких нарочных бегает по всей стране! Курьеры, курьеры, курьеры — 10 тысяч одних курьеров.... Вот где трудовые резервы!

Между тем куда легче и быстрее заполучить информацию из ее хранилища с помощью телекоммуникационной связи. По селектору вызывается архив, и тотчас на экране кинескопа появляется изображение органов, обследованных месяцы или годы назад. Другой телевизор демонстрирует картину просвечивания, которое проводится сейчас, в данную минуту, в любом из рентгеновских кабинетов (а их десятки в крупной больнице, где обслуживаются сотни больных ежедневно).

Ясно, что наладить такие службы повсюду немыслимо без видеомагнитной записи. Она позволяет воспроизводить изображение многократно для более тщательного или более квалифицированного анализа без повторного облучения. Техника ее несложна и недорога. Вся аппаратура умещается в чемодан средних размеров. Не так уж много места занимают и кассеты с лентой, ширина которой — от 2,5 до 5 сантиметров.

Разрешающая способность? Сравните: 10 линий на сантиметр для рентгенотелевидения, 3 линии на сантиметр — для обычного просвечивания, когда наблюдение ведется в темноте, 40 линий на сантиметр — для снимков со стандартного двойного флюоресцирующего экрана, которые рассматриваются, естественно, на свету. Желательно, конечно, добиться ее повышения. Но и на нынешнем своем уровне видеозапись имеет неоценимые достоинства, предоставляет огромные возможности, которые необходимо реализовать полнее.

Она сулит настоящий переворот всей системы рентгеновских архивов. Хранение и поиск информации в них превратились в серьезнейшую проблему. Тысячи сним-

ков, большей частью ценных, а подчас уникальных, приходится регулярно списывать и уничтожать: не хватает места. Пытаются их микрофильмировать, снижается качество изображения. Да и найти их в этом случае оказывается не проще, порой даже сложнее.

А если их перевести на магнитную ленту? Тогда, нажав кнопку, можно было бы воспроизводить на телеэкране нужные результаты прежних обследований. Конечно, многое еще надо сделать, чтобы усовершенствовать имеющуюся аппаратуру, разработать новую, наладить ее массовый выпуск. Но игра стоит свеч.

Широкие перспективы сулят открытия и изобретения последнего времени. Например, голография. С ее помощью в принципе возможно все 27 миллионов томов Государственной библиотеки СССР имени В. И. Ленина втиснуть в объем одной книги. В США создана система видеозаписи, использующая лазер. Она в 300 раз эффективнее обычной. На одном диске диаметром 30 сантиметров фиксируется до 50 тысяч телевизионных кадров. Нужное изображение с того или иного микроучастка считывается лазерным лучом автоматически при посредстве мини-компьютера.

— Но и добрую старую рентгенографию рано сдавать в архив, если она обеспечивает более высокую разрешающую способность, чем любой иной метод, включая видеомагнитный, не правда ли?

— Да, у нее есть свои преимущества. Но их тоже надо использовать полнее. Можно, например, поднять информативность снимков, как бы собрать с того же поля дополнительный урожай.

«Лучший способ продлить жизнь — это не укорачивать ее», — говорил древнеримский философ Сенека. Простейший способ поднять урожаи — это уберечь их от потерь, скажет вам любой рачительный хозяин.

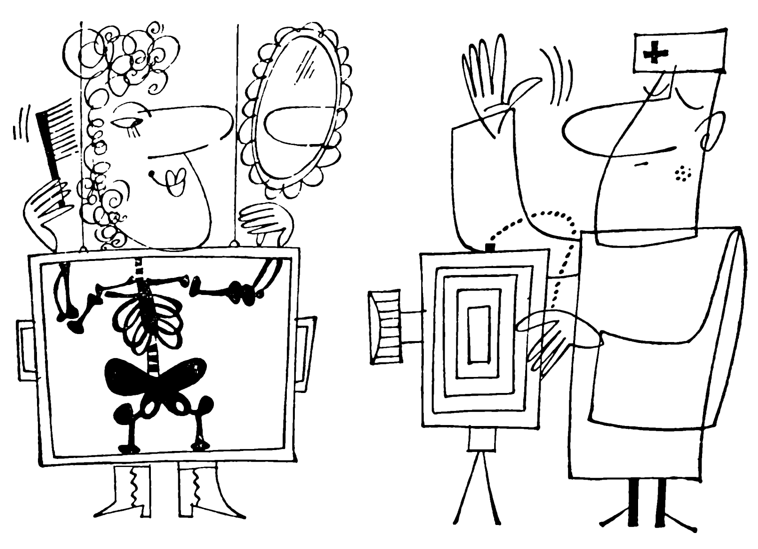
Хорошо, но при чем тут рентгенология?

К ней применимы аналогичные правила. Поле, с которого диагност снимает плоды трудов своих, — изображение. Урожай? Информация. Она зависит от разрешающей силы, которую обеспечивает тот или иной метод. Максимум тут на первый взгляд уже достигнут: это 40 линий на сантиметр при съемке на двухстороннюю пленку, располагаемую между двумя флюоресцирующими экранами. Но именно на первый взгляд.

Информативность снимков можно, оказывается, повы-

сить, если не терять ее при изучении, а, напротив, сохранять во всей полноте. Чтобы выжать ее до последней капли, нужны не только теоретические знания и практический опыт, но также соответствующие техника и организация.

Рентгеновское отделение напоминает цех, выпускающий многоразличные изделия. Наряду с крупноформатными снимками на двуслойной пленке — флюорограммы, ксерографические отпечатки на обычной бумаге, кинофильмы и так далее. Но все они являются, по существу, лишь полуфабрикатами. Ибо нужны не сами по себе, а ради последующей работы с ними. Окончательной готовой продукцией здесь оказывается информация. Ее получают, используя разнообразные приспособления, — многосекционные негатоскопы, флюороскопы, кинодешифраторы, всевозможные проекторы и прочие демонстрационные средства. Извлечь ее наиболее полно, не потеряв ни единой драгоценной крупицы, — таково назначение всей этой аппаратуры.



Разумеется, задача начинает решаться раньше, еще на стадии съемки. Объект фотографируют в разных проекциях, в разных фазах жизнедеятельности, скажем, сокращения и расслабления сердца. Понятно, почему иное обследование сопровождается изготовлением

многих рентгенограмм, а то и многих серий. При контрастном исследовании сердечно-сосудистой системы, например, необходимо сделать минимум 10 снимков. С тем чтобы детально разобраться во всех ее особенностях на всех этапах кровообращения — артериальном, капиллярном, венозном.

Кроме того, привлекаются архивные материалы. Вместе с новыми результатами они обрушиваются на голову диагноста настоящей лавиной. Когда же информация падает такой Ниагарой, найти и сохранить каждую маломальски ценную ее каплю не очень-то просто.

Проблема усугубляется необходимостью просматривать рентгенограммы многократно и длительно. При изучении некоторых динамических процессов требуется точная оценка весьма незначительных изменений. Приходится снова и снова сравнивать отдельные снимки друг с другом в разных сочетаниях, в неодинаковой последовательности. Рано или поздно это вызовет утомление, а оно ухудшает восприятие информации, что ведет к ее потерям.

Если серию негативов разглядывать на небольшом негатоскопе, утрачивается цельность восприятия: картина изучается по частям. Кроме того, непроизводительно расходуется время на поиск и перестановку рентгенограмм. Если у вас одного это отняло 5 минут, то у аудитории в 50 зрителей — более 4 человеко-часов.

Можно ли рационализировать процедуру? Несомненно. Например, использовать большие многосекционные негатоскопы, на которых размещаются десятки, даже сотни снимков одновременно. На один такой аппарат можно установить всю дневную продукцию рентгеновского отделения, после чего ее легко анализировать многократно всем присутствующим без томительного ожидания, когда наконец появится нужный кадр.

Привести демонстрационные средства в соответствие с технологией рентгеновского производства — одна из актуальнейших задач, без решения которой немыслима научная организация труда.

Допустим теперь, что дело поставлено идеально, с учетом всех человеческих факторов. Устранены все задержки, фрагментарность восприятия и прочие помехи. Нельзя ли повысить информативность изображения? Вроде бы нет: ведь оно содержит в себе только то, что содержит, и ничего больше. А «из ничего и не выйдет ни-

чего», как заметил еще В. Шекспир, устами своего короля Лира повторив по-английски древнюю латынь («экс нигило — нигиль», то есть «из ничего — ничего»).

Вспомним, однако, не менее древний софизм: «То, чего я не терял, я имею. Я не терял рогов. Следовательно, я их имею». Перед нами логический трюк. В обоих случаях речь идет о том, чего человек не терял, но сначала о том, что он имел и мог потерять, а затем о том, чего не имел и не мог потерять. Неверный вывод обусловлен недопустимой погрешностью умозаключения: подменой понятия.

А теперь представим такую ситуацию. На негативе не видно никаких рогов. Если же они отсутствуют, то ни утратить, ни тем паче обрести их невозможно. И вдруг они появляются на снимке после соответствующей его обработки... Мыслимо ли такое?!

В 1954 году был изобретен логетрон. Этот электронно-оптический прибор предназначался поначалу для того, чтобы улучшать репродукции с аэрофотоснимков. Но уже в 1955 году обнаружилось, что он способен повышать информативность и у рентгенограмм. Принцип действия? Смягчение контрастов. Самые плотные участки негатива ослабляются, как при передержке в фотографии, самые прозрачные, напротив, усиливаются, как при недодержке. И бывает, возникают новые детали. Но откуда они, если «из ничего — ничего»?

Ясно, что они не появляются с бухты-барахты, а лишь выявляются из-под спуда. Выравнивание резких перепадов между черно-белыми крайностями вскрывает лишь то, что было упрятано в недрах эмульсии, завуалировано, например, фоном. Как бы там ни было, информативность повышается. Так что читатель может быть спокоен: если у него не было рогов при съемке, то даже логетронирование их не прибавит.

Современные логетроны наделены способностью осуществлять так называемую субтракцию — вычитание. Для этого на два негатоскопа ставятся две рентгенограммы. Одна, к примеру, с контрастированными сосудами, другая обычная, сделанная без контрастирования (введение в организм непрозрачных для проникающей радиации веществ). Второй снимок с помощью рентгенотелевизионной системы превращается в позитив. Оба видеосигнала с двух передающих трубок поступают через усилитель на кинескоп. Наложение позитивной картины

на негативную приводит к тому, что «минусы» и «плюсы» взаимно уничтожаются, вычитаются. Так устраняются все мешающие тени. Остаются лишь контрастированные участки, которые теперь выглядят гораздо отчетливей.

Что же получается? Обеспечивая наивысшую разрешающую способность, рентгенография тем не менее прибегает к услугам рентгенотелевидения, даром что оно отстает по этому важному параметру. Мораль? Не стоит абсолютизировать тот или иной метод, ибо ни один из них не идеален. Каждому свое. Наиболее разумный подход здесь, пожалуй, очевиден: сочетать их так, чтобы преимуществами одного компенсировались недостатки другого.

— Вероятно, можно повысить информативность изображения, если превратить его из плоского в объемное?

— Совершенно верно. Так и делают.

— Я не раз проходил обследование в поликлинике, но так не делал никто и никогда.

— Значит, не требовалось. Метод сложноват и потому применяется не столь широко.

— А что тут сложного? Даже дети малые легко осваивают стереоскоп, который выпускается специально для них. Прибор — проще не придумаешь.

— Если бы в рентгенологии все было так просто!

В 1832 году Л. Неккер удивил научную общественность простеньким рисунком, который мог бы показаться пустячком для детской забавы, а на деле стал поводом для серьезных размышлений.

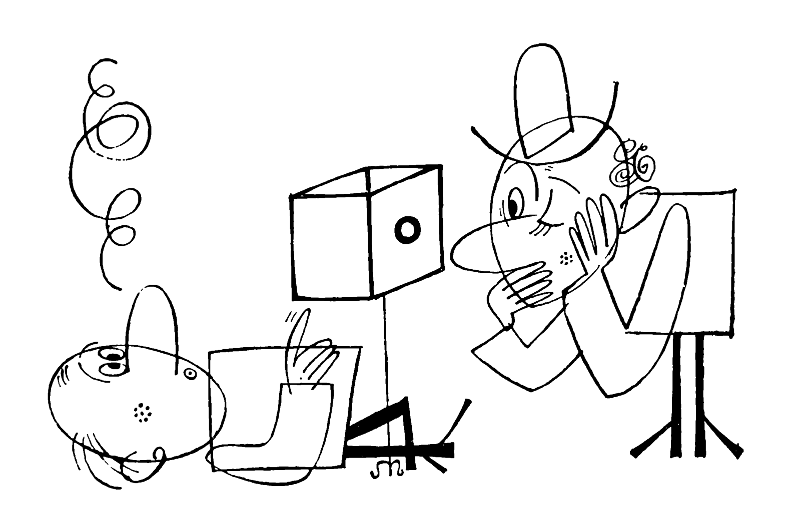
Возьмите тетрадь в клеточку. Начертите куб, используя всюду, где только можно, готовые вертикали и горизонтали. Все ребра его должны выглядеть одинаково, сплошными темными линиями. Пририсуйте посредине небольшое колечко. Вы получите знаменитую фигуру Неккера, которая вошла в историю психологии.

Когда на чертежик смотришь долго и внимательно, колечко кажется изображенным то на передней, то на задней грани куба. Перед нами «перевертыш», для которого оба варианта равнозначны, и один переходит в другой попеременно, порой как бы помимо нашей воли. Какая поверхность ближе к нам?

«Система восприятия придерживается сначала одной, а затем другой гипотезы и никогда не может прийти к решению, так как однозначного ответа нет, — поясняет Р. Грегори в книге «Глаз и мозг». — Восприятие и мыш-

ление не существуют независимо друг от друга. Фраза «я вижу то, что я понимаю» — это не детский каламбур, она указывает на связь, которая действительно существует».

А если вглядеться в рентгеновское изображение? Мы увидим сложное сочетание пятен и линий, где тени наслаиваются друг на друга. Оно тоже может нам подбросить загадку, которую каждый разгадает по-своему («вижу то, что понимаю»). Например, при восприятии глубины.



При просвечивании грудной клетки на фото запечатлен обломок швейной иглы. Где он расположен? В мягких тканях спины или груди? В средостении, в пищеводе, в позвоночнике? А может, в сердце или аорте? По снимку, если проекция одна, определить невозможно. А если не одна? Тогда, конечно, легче. Но и несколько рентгенограмм, полученных с разных позиций, под разными углами зрения, дают лишь весьма ориентировочное представление о пространственном соотношении элементов. Тени многочисленных анатомических структур, накладываясь одна на другую на экране или на пленке, порождают путаницу, в которой не всегда просто разоб-

раться, чтобы точно оценить расстояние до чужеродного тела.

Иное дело *стереорентгенография*, которая превращает плоское изображение в объемное. Суть ее не требует долгих пояснений. Изготовляют два снимка, которые составляют так называемую стереопару: на них одна и та же картина, но на одном она запечатлена так, как ее видит левый глаз, на другом — как правый. При рассматривании обоих негативов в специальный аппарат они совмещаются в один, и мы начинаем воспринимать глубину.

Идея нехитрая, но ее воплощение потребовало громоздкого и дорогого оборудования. Упростить его, удешевить, сделать удобней в применении—задача будущих исследователей.

Еще сложнее для технической реализации оказалась *стереорентгеноскопия*. Она осуществлена лишь недавно благодаря внедрению рентгенотелевидения. Пациента просвечивают двумя трубками, которые включаются поочередно, 50 раз в секунду каждая. Обе серии импульсов поступают на электронно-оптический преобразователь, откуда они попеременно, синхронно с работой трубок, снимаются двумя телевизионными системами. Обе картины совмещаются в одну при разглядывании через полупрозрачное зеркало с помощью поляризационных очков.

Предстоит еще преодолеть целый ряд трудностей, чтобы сделать эти методы более совершенными и удобоприменимыми. Немалые надежды возлагаются здесь на голографию. А пока в широкой практике глубину залегания, пространственную структуру, форму и величину патологических образований оценивают чаще всего более простыми средствами, например с помощью томографии — послойных снимков. Представьте себе: больной лежит на столе. Над ним движется рентгеновская трубка, а пленка под больным в этот момент перемещается в противоположном направлении. Тольке те элементы, которые находятся на уровне оси вращения рычага, соединяющего трубку и пленку, оказываются резкими, остальные выше- и нижележащие размазываются и становятся невидимыми. По серии снимков, отображающих такие плоские дольки толщиной в несколько миллиметров, легко установить, где находится чужеродное тело или болезненный очаг. Это ценнейшее подспорье для диаг-

носта при распознавании самых разных недугов, особенно легочных.

...Молодая женщина вошла в кабинет врача, устало опустилась на стул. На вопросы отвечала вяло. От наметанного глаза опытного медика не ускользнуло ее подавленное настроение, скрытое беспокойство, нежный румянец на щеках при общей бледности и худобе. Как самочувствие? Неважное: несколько месяцев назад переболела гриппом, через неделю пошла работать, хотя ощущение полного здоровья так и не вернулось. Сохранилось недомогание, покашливание, по вечерам повышается температура.

Обычное клиническое обследование не показывало никаких особых отклонений от нормы. Настораживала лишь рентгенограмма. На ней выявлено затемнение в верхушке легкого. Что это? След затянувшейся пневмонии? Рак? Туберкулез? Без томографии ответить трудно. Когда ее применили, обнаружились туберкулезные очаги. В одном из слоев хорошо просматривалась каверна — полость распада, которая осталась незаметной на обычной рентгенограмме, замаскированная плевральными наслоениями и рубцово-склеротическими изменениями...

Еще иллюстрация, опять-таки из практики. Нужно обследовать верхнегрудной отдел позвоночника, но как лучше? При обычной рентгенографии понадобились бы две проекции — прямая и боковая. Но в боковой на силуэты позвонков наложатся плотные тени плечевого пояса с его массивными мышцами и костями, а также легких с их густой сетью сосудов. Возникнет такая мешанина, что в ней утонет интересующий врачей объект. Зато на томограмме он будет выделен в чистом виде.

А теперь заглянем в область стоматологии, где рентген прочно обосновался с давних пор.

Малыш жалуется на зубы, но не может показать точно, где именно ему больно. Боится дяди доктора, плачет горючими слезами при виде инструментов. Но соглашается «сфотографироваться с помощью таинственных невидимок». И вот, наконец, просвечивание. Увы, впустую: квадратик пленки очутился не на месте то ли из-за невразумительных ответов несмышленого пациента, то ли потому, что был сдвинут языком ребенка. Повторять облучение? Но да каких же пор?

У человека 32 зуба. Какой из них плох, не всегда установишь при наружном осмотре. Что же, делать де-

сятки снимков? Перспектива не из приятных. А нельзя ли обойтись одним, который даст панорамное изображение обеих челюстей целиком? Такая возможность есть.

До того как она появилась, методика оставалась неизменной десятилетиями. В полость рта помещалась пленка форматом 3×4 сантиметра, а снаружи — рентгеновская трубка. Но при этом на негативе получались 2—3 зуба из 32. Теперь они могут быть запечатлены все до единого вместе за один раз. Каким же образом? Ведь они расположены подковой! Не установишь же вокруг них по дуге батарею излучателей? Разумеется, нет: источники радиации помешали бы друг другу, дважды просвечивая некоторые участки эмульсионного слоя.

Найдено иное решение. Пленка и трубка поменялись местами: первая очутилась снаружи, вторая внутри, во рту. Трубка, естественно, должна быть миниатюрной, к тому же безопасной для пациента. Лишь в 1959 году был сконструирован аппарат «Панорамикс», который удовлетворял этим требованиям. Название достаточно красноречиво: в одном слове слились понятия «панорамный снимок» и «икс-лучи».

И все же врачи были недовольны. Пациента приходилось облучать дважды, чтобы обследовать обе челюсти. Ибо «Панорамикс» за один сеанс снимал лишь одну из них, верхнюю или нижнюю. Ту и другую сразу позволяет запечатлеть панорамная томография. Преимущество немаловажное: хорошо видно, каков прикус, как лучше ставить пломбы, коронки, заменять естественные зубы искусственными.

При таком методе не только пленка, но и трубка находятся вне ротовой полости: первая располагается полукругом спереди, последняя — сзади. Во время экспозиции та и другая двигаются синхронно. Пучок лучей проходит через узкую щель. И в каждый данный момент времени на фотоэмульсии фиксируется лишь узкая полоска будущей рентгенограммы (во избежание проекционного искажения).

— Если так углубляться в детали, получится нечто похожее на томографию самой рентгенологии, ее методического и технического арсенала. Между тем такая «послойная анатомия» достойна разве лишь учебника. Для непосвященных же достаточно сделать как бы панорамный снимок всей рентгенологии, чтобы самое значитель-

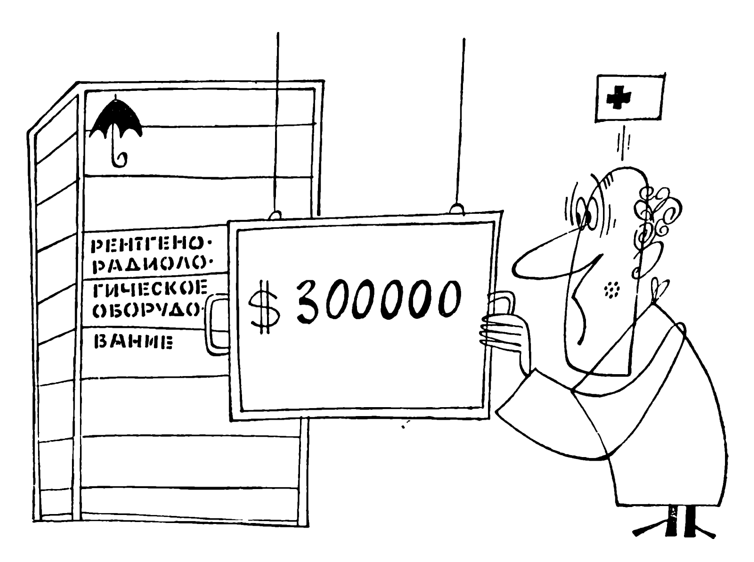
ное выделить крупным планом, а остальное дать фоном. Что у вас, например, «самое-самое»?

— Все зависит от того, что взять за основу сравнения.

— Не вес же и не габариты аппаратов! Смешно хвастать: у нас-де самая крупная в мире установка. Не ясно ли, что главное — качество, эффективность?

— Верно, но задумывались ли вы над этими понятиями?

Рассказывают, И. Гайдн как-то поспорил с В. Моцартом, что сумеет исполнить без подготовки любые, пусть даже «самые-самые», из опусов, которые когда-либо сможет написать его юный, но уже прославленный коллега. Тот принял пари и, не откладывая дела в долгий ящик, в пять минут сочинил небольшую фортепьянную пьесу. Маститый композитор, который был на 22 года старше В. Моцарта, торжественно уселся за инструмент, мелодия полилась, но... После первых же тактов наступила неожиданная пауза.



На чем же споткнулся признанный виртуоз? Требовалось взять правой рукой очень высокую ноту, левой — очень низкую, а заодно стукнуть в клавишу посредине. Опытный маэстро, спасовав публично, заявил, что этот аккорд не берется вообще. В. Моцарт улыбнулся и тот-

час опроверг оппонента, сыграв свою вещь от начала до конца. В «заколдованном месте» автор нажал среднюю клавишу... носом.

Этот эпизод фигурирует под рубрикой «самое невероятное» в книге Б. Фелтона и М. Фаулера (США) «Самое лучшее, самое худшее, самое невероятное». Нельзя ли найти нечто подобное в рентгенологии?

Самое невероятное — объять необъятное. Нелегко охватить всю гамму ее методов и приборов, но еще труднее сделать акцент на чем-то особом. Здесь не выручит обычный орган обоняния, как в только что приведенном историческом анекдоте. Тут требуется необыкновенное чутье, а в эпоху научно-технической революции с ее небывалыми темпами изменений может отказать даже весьма тонкий «нюх аналитика». Впрочем, некоторые вещи очевидны.

Лучшее, что есть в рентгенологии, — рентгеновские лучи. Они ее породили. Без них не было бы ни ее самой, ни ее грандиозных успехов, равно как и ее проблем, поисков, решений.

Худшее? Опять-таки рентгеновские лучи. Вернее, не сами они, а их вредное воздействие, но оно с ними связано неразрывно. Уменьшить его желательно, но свести на нет полностью, к нулю, можно лишь ценой проигрыша в эффективности. Приобретая одно, мы теряем другое.

Теоретически принцип ясен: максимум пользы при минимуме опасности. А практически с ростом первой нередко увеличивается и вторая. Вот и попробуйте найти «самое-самое»... Понятно, сколь нелегко искать конструкторам о п т и м а л ь н о е решение — не просто неплохое, одно из приемлемых, но наилучшее в заданных условиях, при многочисленных ограничениях. Хотя разумный подход к качеству рентгеновской техники вроде бы очевиден: ее назначение — способствовать распознаванию и лечению болезней, то есть главное в том, насколько эффективна она для здравоохранения.

Как бы там ни было, с этих позиций можно выделить два переворота в ее развитии. Первый связан с внедрением электронно-оптических усилителей: увеличилась разрешающая способность, уменьшилась лучевая нагрузка, появилось рентгенотелевидение, началось дистанционное наблюдение за пациентом во время просвечивания, изучение изображения на экране не в темноте, а на свету.

Вторая революция сопряжена с автоматизацией рентгеновских процедур.

С 1896 года не одно десятилетие дело ограничивалось в основном простой инструментализацией кабинетов. Они оснащались аппаратурой для просвечивания, съемки, фотолабораторных работ... Если прибегнуть к аналогии с музыкой, рентгенолог стал похож на исполнителя-универсала, играющего на всех инструментах, от барабана до органа, хотя по смыслу своей деятельности должен напоминать скорее дирижера. Врач есть врач, он обязан целиком посвящать себя больным, а не приборам. Он не в состоянии физически, не вправе морально ломать голову над тем, сколько нужно киловольт и миллиампер подать на трубку, какую выбрать выдержку и т. д., и т. п. (сейчас все эти параметры устанавливаются автоматически).

Потом началась моторизация оборудования, его движущихся узлов. У врача высвободились силы и время, с тем чтобы он мог их больше уделять больному. Одновременно все ощутимее давала себя знать нужда в совершенной системе управления, в защите от возможных ошибок. И вот наметился переход от механизации к автоматизации, при которой человек становится рядом с машинами не как их придаток, а как контролер и регулировщик, как дирижер оркестра. Он взваливает на их плечи все нетворческие функции. Это стало возможно, по существу, лишь в послевоенный период, с появлением электронно-вычислительной техники, которая особенно бурно развивается в последние 2—3 десятилетия.

Благодаря автоматике все шире входит в практику программированное управление всей диагностической процедурой. Например, при обследовании сердечно-сосудистой системы аппаратура сама вводит контрастное вещество в организм, включает и выключает высокое напряжение, продвигает пленку, перемещает пациента, регулирует последовательность и интервалы съемки. И так далее.

На XIII Международном конгрессе рентгенологов (1973 год, Мадрид) была развернута экспозиция, которая стала впечатляющим парадом «самого-самого». Посетители выставки, даже видавшие виды специалисты, не скрывали своего изумления прогрессом в этой области медицины.

Пять крупнейших западных фирм, в том числе «Дженерал электрик» (США), «Сименс» (ФРГ), «Филипс» (Голландия), представили полностью автоматизированные системы для рентгенографии. Что же здесь интересного?

Долгие десятилетия фотолабораторная обработка снимков была самым узким местом технологического процесса в рентгеновском кабинете. Велась она по старинке, в ванночках и баках, вручную. Посмотреть мокрый негатив удавалось лишь через 20—30 минут, а сухой — несколько часов спустя. Иное дело теперь. Существуют проявочные машины. Одни с холодильник средних размеров, другие еще меньше. Благодаря использованию концентрированных реактивов и высокотемпературных режимов, сушке путем отжимания на вальцах экспонированная пленка через полторы минуты полностью готова к употреблению. Отпала необходимость в специальной фотолаборатории с ее темнотой и сыростью.

А на мадридском конгрессе была продемонстрирована малогабаритная проявочная машина, вмонтированная в рентгеновский аппарат. Дальше всех пошла «Сименс»: она показала полностью автоматизированную установку, подающую снимки прямо на стол врача.

Неузнаваемо изменилось оборудование кабинетов. Еще недавно в них можно было видеть открытые громыхающие цепные и зубчатые передачи, висящие над головой кабели, рубильники, придававшие медицинскому учреждению вид механической мастерской. Все это уже ушло либо вот-вот уйдет в прошлое, уступив место кнопочно-кибернетической машинерии, отличающейся компактностью, удобными и элегантными формами, радующей глаз окраской, простотой в эксплуатации.

Увы, восхищение сменяется унынием, когда справляешься о ценах на эти прекрасные новинки. Современная рентгенодиагностическая установка стоит на международном рынке от 100 до 300 тысяч долларов — в десятки раз больше, чем 30—40 лет назад, притом отнюдь не самая дорогая. Есть и за 700 тысяч. Такова, например, система, сочетающая в себе элементы рентгеновского аппарата и сканнера.

Это последнее слово действительно «самое-самое» в рентгеновской технике. Вместо флюоресцирующего экрана — панель с кристаллическими детекторами. Попадая на них, проникающая радиация в зависимости от своей

интенсивности возбуждает те или иные электрические эффекты в каждом элементе такой мозаики. Сигналы обрабатываются компьютером и подаются на выход в цифровом виде, а затем в расшифрованном.

Разрешающая способность — непревзойденная. Стало возможным то, что еще недавно казалось немыслимым: различать без введения контрастных препаратов ткани, мало отличающиеся друг от друга по плотности. Коммивояжеры английской фирмы ЭМИ утверждают, что можно даже отличить серое вещество головного мозга от белого... Уже за счет одного повышения зоркости аппаратуры, сократив продолжительность исследования, можно снизить лучевую нагрузку на организм пациента.

Будущее, по всей видимости, за такими комбинированными скенирующими устройствами. Но самое перспективное пока остается и самым дорогим. Чтобы как можно шире внедрять современнейшую рентгенотехнику, ее нужно удешевить А рост ее стоимости, к сожалению, продолжается, грозя «бюджетным взрывом».

Этой проблемой озабочен весь мир. Ее специально обсуждали представители 32 государств, собравшиеся на I Международный симпозиум по планированию рентгенологических и радиологических отделений в Хельсинки в 1972 году.

В капиталистических странах, которые оказались в жестких тисках социально-экономических проблем, серьезно задумались над тем, как рациональнее использовать дорогостоящее оборудование. И надо заметить, на симпозиуме было высказано немало интересных рекомендаций, заслуживающих нашего внимания.

— Коммерческий подход ко всему и вся вошел в плоть и кровь буржуазного общества, но не социалистического. Стоит ли нам сводить рентгенологические проблемы к бухгалтерским? Для нас здоровье людей превыше всего, и нечего тут заниматься экономией.

— Считать полезно везде и всегда. Если медицинская помощь у нас бесплатная, это не значит, что она достается даром нашему обществу. Напротив, она стоит немало, и необходимо сделать все, чтобы каждый вложенный в нее рубль приносил максимальный эффект.

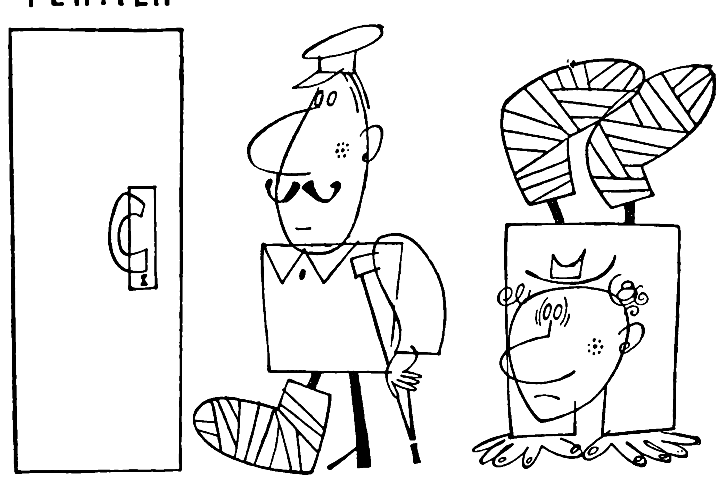
— Что же вы предлагаете?

— «Самое-самое», что только можно желать, — это прежде всего НОТ.

«Руки, написавшие за 20 лет 400 романов и

35 драм, — это руки рабочего!» Так отпарировал однажды автор «Графа Монте-Кристо» реплику из толпы: мол, А. Дюма-отец — аристократ. Если даже учесть, что он пользовался плодами трудов не только своих, но и чужих (предшественников, современников, а главным образом специально нанятых «литературных кули»), все равно плодовитость знаменитого французского прозаика близка к пределам человеческих возможностей. Большинство других за десятилетия творческой активности написали во много раз меньше, хотя ничем другим не занимались, кроме литературной деятельности.

РЕНТГЕН



Между тем есть люди, которые, не будучи по профессии писателями, не гонясь за славой, создают манускрипт за манускриптом, причем на службе, в рабочее время, когда должны заниматься другим делом. Кто же они? Врачи, которых в СССР 850 тысяч. Любой из них мог бы поспорить с Л. Толстым. Ибо непрестанно — по принципу «ни дня без строчки» — на языке деловой прозы излагает человеческие драмы и трагедии, сдавая ежегодно в архив по нескольку пухлых папок под рубрикой «история болезни», а за всю трудовую жизнь — кто около 100 томов, а кто и побольше.

Речь идет о юридических документах, без которых

нельзя. Но разве нельзя без такой писанины, когда бумага заслоняет пациента? Если сократить ее до минимума, сколько времени высвободится у наших врачей! Это будет равнозначно умножению их численности: разумеется, дело не столько в количественном, сколько в качественном росте медицинского корпуса и обслуживания.

В предыдущей главке рентгенолог сравнивался с музыкантом, который из исполнителя-универсала, владеющего различными инструментами, становится дирижером их автоматически действующего ансамбля. Естественно, и тут, где он уподобляется писателю, говорить о переходе к новейшим техническим средствам, которые подсобили бы ему гораздо больше, нежели в свое время А. Дюма-отцу помогали наемные «литературные чернорабочие». Правда, здесь прогресс кажется не столь заметным: гусиные перья — авторучки — пишущие машинки... Но это лишь на первый взгляд.

Уже есть автоматические печатающие устройства с блоками магнитной памяти. Достаточно проставить в дескрипторе магнитным или даже обычным карандашом точки над соответствующим заданием, и протокол напечатает машина. Разрабатываются также системы автокодирования с помощью электронного мозга.

Для связи с архивом пригоден дисплей: настольный прибор наподобие телевизора, соединенный с компьютером. Он в считанные минуты сыщет в «банке данных» и выдаст на экране любую историю болезни. В тексте вы можете делать подчеркивания, а затем стирать их, используя электронный карандаш (он же ластик). Выделенные вами строки, абзацы, страницы легко передать, бесшумно нажав кнопки, на такие же экраны вашим коллегам в других помещениях, притом со скоростью, которая в десятки раз выше, чем у телетайпа. Любой материал по вашей команде будет мгновенно размножен автоматически буквопечатающим аппаратом.

Это не фантастика, а реальность. Такая техника уже применяется за рубежом. Впрочем, на первых порах можно обойтись и меньшим. Взять хотя бы диктофоны. Голос столь же индивидуален, как и почерк, но при всей своей специфичности не страдает неразборчивостью. Каракули же эскулапов исстари служили мишенью для насмешек как символ каббалистики (а нынешний борзописец от медицины оставляет в спешке такие закорючки,

которые не расшифровать подчас и опытному следователю).

Здесь впору предварить читательское возражение, которое напрашивается вроде бы само собой. Дескать, и без того накладно оснащать рентгеновский кабинет даже необходимейшей техникой — современнейшей диагностической аппаратурой, которая становится все дороже. Где уж тут, мол, тратиться на всякие там диктофоны и дисплеи! Но в том-то и дело, что это не мода, не роскошь, а необходимость.

Сберечь каждому из 850 тысяч наших врачей хотя бы по часу за смену означает выиграть дополнительно свыше 100 тысяч рабочих человеко-дней.

Как говорил К. Маркс, к экономии времени сводится в конечном счете вся экономия. Да, нужны дополнительные капиталовложения. Но разве они себя не оправдывают? Понятно, чтобы они окупились сторицей, требуются не ориентировочные, на глазок, прикидки, а точные расчеты, математически строгие планы, опирающиеся на научно обоснованные прогнозы.

Здоровье бесценно, и бухгалтерский подход может показаться странным. Однако он не только теоретически необходим, но и практически существует! Бесплатная для всех нас медицинская помощь — не манна небесная для общества. На нее надо направлять немалые средства. И они изыскиваются. Бюджетные ассигнования на здравоохранение в СССР увеличиваются. В 1950 году они составили 2,1 миллиарда рублей, в 1960-м — 4,8 миллиарда, в 1970-м — 9,9 миллиарда, в 1976-м — 11,8 миллиарда. К этому количественному росту можно добавить качественный, если все более щедрое финансирование сочетать со все более рациональным расходованием. Эта проблема особенно актуальна в связи с задачами, поставленными XXV съездом КПСС на пятилетку качества и эффективности.

Подсчитано, что наука может поднять свою продуктивность в 4—5 раз без дополнительных капиталовложений. Каким же образом? Благодаря более совершенной организации. Возможно, то же самое относится к медицине в целом, к рентгенологии в частности. Имеется в виду, конечно, НОТ — научная организация труда. Без нее здравоохранение рано или поздно перестанет удовлетворять самым необходимым требованиям.

В поликлиниках появятся хвосты очередей, стационары переполнятся до отказа, пациентам не будет обеспечиваться надежная диагностика и эффективное лечение. И это невзирая на то, что контингент врачей в СССР составляет $^1/_3$ мирового, тогда как население страны — лишь $^1/_{16}$ часть человечества.

Как добиться, чтобы каждый коллектив функционировал с максимальной эффективностью? Как подобрать и расставить кадры с учетом психологической совместимости? Как высвободить врача от нетворческой, технической работы, чтобы использовать его умственную энергию по прямому назначению? Как рационализировать все операции, чтобы и физические усилия персонала расходовались наиболее целесообразно, не тратились на непроизводительные движения? Какой аппаратурой оснастить отделение, чтобы ее комплектование было обосновано не только функционально, но и экономически? Как разместить? Какими должны быть мебель, окраска стен, освещение, планировка помещений?

Отвечая на эти и другие подобные вопросы, доныне еще исходят нередко из пресловутого здравого смысла, хотя он тысячекратно подводил его поклонников, не знающих толком, что такое НОТ, не желающих или не умеющих считаться с ее требованиями, с рекомендациями психологов, антропологов, математиков, экономистов, инженеров, художников-конструкторов (дизайнеров)...

Научная организация труда отличается от обычной прежде всего тем, что опирается не только на здравый смысл, но и на строгие расчеты, которые основаны на достижениях различных областей, как старых, скажем, физиологии, гигиены и санитарии, так и молодых, например, инженерной психологии, технической эстетики.

Среди новых дисциплин особого внимания заслуживает эргономика (от «эрго» — «работа», «номос» — «закон»). Она изучает людей в процессе труда, во взаимодействии со всей окружающей их на рабочем месте средой, отыскивает оптимальное соотношение между их возможностями и потребностями с учетом возможностей и потребностей производства. Цель — гуманизация труда, повышение его эффективности.

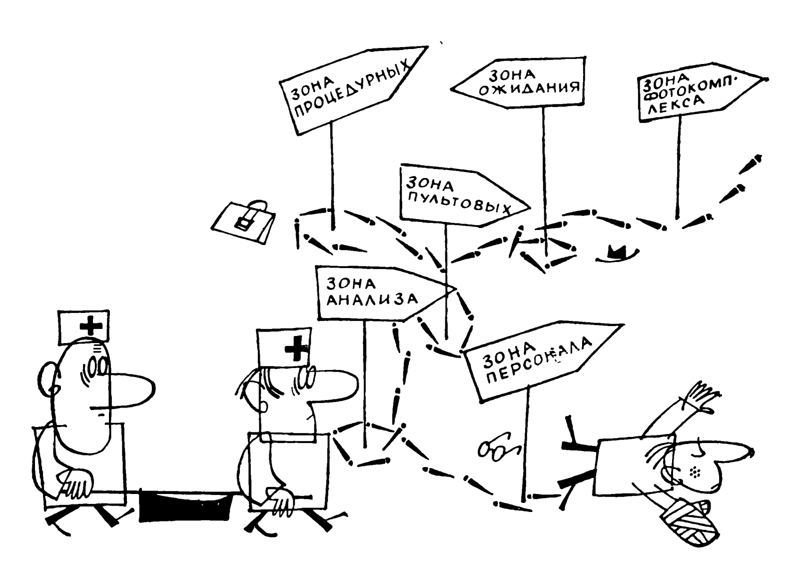
— Вроде убедительно, только слишком общо. Как говорил Гамлет, — слова, слова, слова... А что за ними?

— Если вас интересует конкретика, за ней дело не станет. Возьмем для примера проектирование зданий.

— Но вы же рентгенолог, а не архитектор!

— Совершенно верно. Именно потому мне виднее недостатки и преимущества тех или иных архитектурных решений: я испытал их на себе.

«Я верю, придет день, когда мы, заболев и не ведая причины недуга, доверимся физикам, которые, ни о чем у нас не спрашивая, возьмут кровь, выведут на основании ее анализа несколько величин, после чего, заглянув в таблицу логарифмов, исцелят нас какой-нибудь пилюлей, — писал А. де Сент-Экзюпери. — И все-таки, случись мне заболеть, я, пожалуй, пойду к старому сельскому врачу, который взглянет на меня искоса, пощупает



мой живот, выслушает мои легкие, потом, немного покашляв, раскурит свою трубочку, почешет бороду и, чтобы вернее меня исцелить, улыбнется мне... Разумеется, я преклоняюсь перед Наукой. Но я преклоняюсь и перед Мудростью».

Подобная ностальгия, щемящая тоска по стародедовскому укладу медицины представляется анахронизмом. Эпоха сельских лекарей с их бесхитростными приемами врачевания, с пиявками и стетоскопами миновала. Она-

учивание, технизация, индустриализация — вот современные тенденции здравоохранения. И все же А. де Сент-Экзюпери был по-своему прав. Думается, многие не променяли бы добрую улыбку доктора Айболита на холодный блеск самоновейшей аппаратуры...

Лечить не болезнь, а больного... Но как это сделать, если индивидуальность его личности заслоняется флюорографами, томографами, логетронами и прочими «графами» и «тронами»? Сердечность врача, его обходительность нужны пациентам не меньше, чем техническая вооруженность и научная компетентность. Проявить же свою человечность во всей полноте ему мешает отнюдь не только загруженность писаниной, о которой уже говорилось. Время тратится нерационально и на многое другое, что связано, как ни странно, в значительной мере с непродуманными архитектурно-планировочными решениями.

Как тягостны минуты, проведенные у дверей рентгеновского кабинета! И не только потому, что всякое ожидание томительно, особенно в спешке, но еще и потому, что вы больны и обостренно реагируете даже на мелочи, которые здоровый человек почел бы за пустяки, не заслуживающие внимания. Вам кажутся бесконечными и бессмысленными хождения этих эскулапов туда и обратно, взад-вперед. Ваша раздражительность дает себя знать и во время приема, что мешает установлению психологического контакта с врачом.

Хождения можно сократить, свести к минимуму, если усовершенствовать планировку рентгеновского отделения. Правда, без них все равно не обойтись. И потому лучше, если вы их не будете видеть вообще. Стало быть, надо отделить холлы, где пациенты ждут своей очереди, от технологического коридора, который служит для персонала путем сообщения между различными службами больницы То есть опять-таки изменить планировку.

Перед нами лишь один пример того, как важно продуманное решение. Разумеется, оно нужно и по иным причинам. От него зависит производительность труда врачей, а значит, и качество медицинского обслуживания.

У нас немало сделано, многое делается, но еще больше предстоит сделать, чтобы оно поднялось на более высокий уровень.

В 1968 году ЦК КПСС и Совет Министров СССР

приняли постановление «О мерах по дальнейшему улучшению здравоохранения и развитию медицинской науки в стране». Одна из главных задач — эффективнее использовать капиталовложения при строительстве лечебных учреждений и возводить только крупные больницы: в городах — на 300—1000 коек, в сельской местности — на 200 и более. Чтобы обеспечить максимально высокое качество диагностики и лечения с применением современной техники.

Есть три основные схемы проектирования. Во-первых, централизованная, или блочная (больница размещается либо в одном, либо в немногих зданиях, составляющих единое целое). Во-вторых, децентрализованная, или павильонная (несколько отдельных корпусов, каждый имеет свое назначение). В-третьих, смешанная (главное здание плюс самостоятельные флигели-отделения). Последней чаще всего придерживаются в СССР.

В 1976 году у нас было 30 тысяч больниц (без госпиталей). Давайте посетим некоторые из них и сравним организацию рентгеновской службы. Выберем, естественно, примеры наиболее распространенной планировки.

Вот, скажем, городская многопрофильная больница с поликлиникой и стационаром на тысячу коек, размещенная в пяти корпусах. В каждом — по два-три рентгеновских кабинета, а всего — 11. Из них три обслуживают поликлинику, один — приемный покой, семь — стационар. Привязанные к тому или иному отделению, они разбросаны не только по разным зданиям, но и по разным этажам. Не связаны друг с другом функционально и не профилированы: каждый рассчитан на самые разнообразные виды обследований.

Целесообразна ли такая планировка? Судите сами. Она прежде всего неэкономична. Аппаратура дублируется и не эксплуатируется с наибольшей отдачей. Располагая двумя рабочими местами, любой кабинет в данный момент использует только одно. Кроме того, при своей универсальности он не может быть оснащен специализированным оборудованием. Это мешает специализироваться и сотрудникам.

А если преодолеть рассыпную планировку? Допустим, все отделения размещены в одном 12-этажном здании. Все кабинеты — на одном этаже. При такой централизации количество их сокращается до девяти, а качество всей службы повышается (прежде всего профилирова-

нием). В одном можно обследовать только сердце, в другом — сосуды, в третьем и четвертом — пищеварительный тракт, в пятом — легкие, шестой отвести для флюорографии, седьмой — для томографии, восьмой и девятый — только для снимков (один обслуживает приемный покой, другой — стационар).

Оборудование теперь дублировать не нужно. Его легко специализировать. Достигнутая экономия позволит оснастить некоторые кабинеты более дорогой, зато самой современной аппаратурой. И таким образом наладить более высококвалифицированную медицинскую помощь.

Но тут нельзя не оговориться. Преимущества такой организации реализуются полностью лишь в случае, когда ей благоприятствует архитектурное решение. А в той больнице, где мы только что побывали, рентгенологическому отделению пришлось отвести двенадцатый этаж, хотя втаскивать туда громоздкую аппаратуру не очень-то сподручно. Почему же не первый? Очень просто: только там, на самой верхотуре, потолки достаточно высоки. А внизу поднять их до необходимых трех метров не смогли проектировщики, вынужденные следовать окостенелому стандарту. И вот санинспекция наложила вето.

Предположим, один кабинет удалось все-таки оставить внизу, в приемном отделении. Он оказался оторванным от остальных. А остальные? На двенадцатом этаже они растянулись вдоль 100-метрового коридора, стиснутые узкой коробкой главного корпуса, имеющей всего 12—16-метровую ширину. При такой планировке они разобщены между собой и удалены на большое расстояние от фотолабораторий, от диктофонной, машинописной и прочих вспомогательных служб. Неизбежны те же долгие хождения, взаимные помехи, а то и заторы при встречных потоках персонала и пациентов.

Еше один недостаток: рабочие зоны оказываются перемешанными. Между тем следует четко их размежевать. Каким образом? Начнем с их количества и предназначения. Во-первых, целесообразно отделить холлы для пациентов, ожидающих приема. Во-вторых, процедурные, где проводятся обследования. В-третьих, пультовые, откуда управляют аппаратурой. В-четвертых, фотолабораторный комплекс. В-пятых, помещения для анализа рентгенологических материалов. Наконец, в-шестых, комнаты для вспомогательных служб и персонала.

А теперь об их группировке. Какая лучше? Если ка-

бинетов не более шести, то параллельная, в шесть рядов. Если больше, то концентрическая, блоками по 6—8 кабинетов вокруг фотолабораторного комплекса, который является средоточием любого современного отделения, малого или крупного. Это должен быть именно комплекс, а не просто проявочная. Для него характерны маленькие комнаты для автоматов, обрабатывающих пленку, и большой светлый зал — своеобразный внутренний дворик — для предварительного просмотра рентгенограмм, которые в готовом виде подаются сюда из машин и сортируются здесь несколькими лаборантами.

Как при параллельной, так и при концентрической планировке пациенты общаются с персоналом только в процедурной. Когда обследование закончено, они возвращаются в холл для ожидания, а сотрудники — в фотолабораторный комплекс. Оба потока (они, как видно, направлены в противоположные стороны) разделены и не мешают друг другу. Больного не раздражают «бесконечные хождения персонала», да и дистанции «челночных рейсов» не превышают десятка метров.

Рентгенограммы поступают не обратно в процедурную, а в особое помещение, достаточно просторное (40 квадратных метров), оснащенное всем необходимым для их изучения: многосекционными негатоскопами, монтажным столиком, кинодешифратором, проекторами, флюороскопами, логетроном и прочей аппаратурой. Если две такие комнаты имеют раздвижную стенку, их легко превратить в конференц-зал. Это особенно важно там, где нужны учебные аудитории: в клиниках, которые являются базами медицинских институтов.

При такой планировке рабочие места максимально приближены друг к другу, каждый технологический этап естественно переходит в последующий, как на поточной линии. Вместо разбросанных, разрозненных ячеек получается единая гармоничная структура. Обретается новое качество: органическое целое оказывается больше, чем простая арифметическая сумма отдельных частей, не связанных друг с другом.

Такой видится современная рентгеновская служба. Рентгенодиагностическое отделение, по сути, не имеет аналогов в медицинских учреждениях. Являясь медицинским подразделением и обслуживая больных, оно заключает в себе элементы промышленного производства. По

сути дела, это своеобразное производство со сложной технологией, а если это так, то мы должны прийти к выводу о необходимости иных, нестандартных подходов к их проектированию. Современное рентгенодиагностическое отделение нельзя втиснуть в прокрустово ложе типового проекта. Совершенно очевидно, что назрела острая необходимость пересмотреть отжившие архитектурные каноны. Рентгенологическую службу лучше всего размещать в специальных пристройках, имеющих в ширину не 12—16, а 30—36 метров.

И еще: очень важно учитывать перспективу развития. Скажем, превращение больницы в базу мединститута. Подобный симбиоз взаимовыгоден: клиники получают дополнительно квалифицированных бесплатных консультантов из числа педагогов, а кафедры вуза — базу для студенческой практики. Если это не предусмотрено проектом, неизбежно «уплотнение», которое стесняет обе стороны, согласившиеся на такое содружество.

Рационализации планировки препятствуют и некоторые санитарные нормы. Они гласят: в каждом производственном помещении должны быть окна. Например, в процедурной — целых два. Но что получается на деле? Их обычно заколачивают наглухо, в лучшем случае зашторивают, заклеивают плотной черной бумагой, чтобы дневной свет не мешал рентгеноскопии. И как правило, держат закрытыми, отворяя лишь после работы, чтобы проветрить комнату. Иначе говоря, в них нет особой надобности. Свежий воздух? Его может нагнетать вентиляция. Да и рентгенолог ныне все меньше времени проводит в процедурной, все больше — в светлом демонстрационном зале.

Итак, вовсе необязательно выстраивать кабинеты по линейке вдоль наружной стены, дабы обеспечить каждый своей парой окон. Концентрическая или параллельная конфигурация несравненно удобнее для врачей и больных, выгоднее для государства.

И это не единственный пример, когда строительные нормы, правила, инструкции, примененные формально, приносят больше вреда, чем пользы, хотя и продиктованы заботой о человеке, о пациенте и враче. Благие намерения оборачиваются медвежьей услугой.

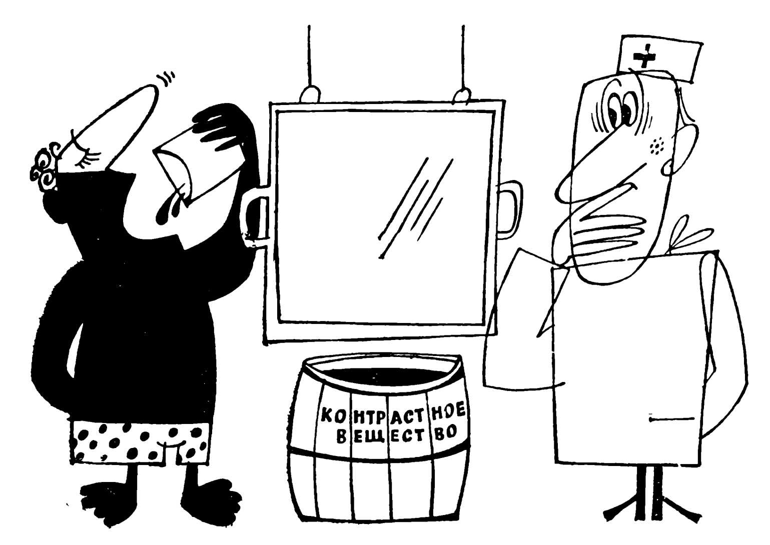
— Благими намерениями вымощена дорога в ад, но не относится ли это и к вам? Заботясь о читателе, вы попадаете в парадоксальное положение, когда дух книги

противоречит ее букве. Назначение популярной литературы — не просто просвещать, но также заинтересовывать предметом разговора, а при такой детализации он становится скучным и непосвященному профану, которому эти подробности малопонятны, и тем паче специалисту, которому они известны.

— Ничего подобного. Жизнь показывает: поразмышлять над ними знатокам все как-то недосуг, вероятно, из-за узкого профессионализма. Ну а что касается непосвященных, то какие же они непосвященные, коли дочитали книгу до этой страницы? Кстати, недаром вы сами проявили интерес к конкретным вещам, скрытым за общими словами, и справедливо: НОТ — такая область, где нет мелочей.

«Не было гвоздя — подкова пропала. Не было подковы — лошадь захромала. Лошадь захромала — командир убит. Конница разбита — армия бежит. Враг вступает в город, пленных не щадя, — оттого, что в кузнице не было гвоздя!» Кому из нас не знакома сызмала эта стихотворная притча, переведенная с английского С. Маршаком?

Но одно дело знать и совсем другое — усвоить заключенную в ней простую мораль: невнимание к мелочам может обернуться бедой. Все великое начинается с малого. Да и от великого до смешного — один шаг, корот-



кий путь, который начинается опять-таки с малого. Таково значение «мелочей».

Может ли подвергнуться смертельной опасности город, если не окажется какого-нибудь винтика в рентгеновской технике, этой кузнице здоровья? Судите сами. Растет население и его скученность в крупных центрах. Все плотнее потоки пассажиров на транспортных линиях. Множатся постоянные и мимолетные контакты между людьми: дома и на работе, на улице и в метро, в кинотеатрах и аэропортах. В таких условиях чрезвычайно важно вовремя опустить шлагбаум на пути любой инфекции, способной ныне легко и быстро, со скоростью авиалайнера, порхать из города в город, с континента на континент, вызывать мгновенные вспышки эпидемий.

Заблаговременно и надежно распознавать болезни помогает, как мы знаем, рентгеновская аппаратура. Она все совершеннее и зачастую все сложнее. Между пациентом и врачом — целый комплекс приборов и методов. И отсутствие самомалейшего винтика в многосложном этом хозяйстве может привести к несчастью.

Ныне для рентгенологии характерно интегрирование со смежными областями здравоохранения. Она все дальше отходит от того традиционного уклада, который сама же утвердила в первые десятилетия своего существования. Ибо все больше оснащается не только «сугубо рентгеновским» оборудованием, но и таким, которое, казалось бы, не имеет к ней прямого отношения, а на деле играет немаловажную роль.

Иные кабинеты превращаются в операционные и, значит, не могут обойтись без хирургических принадлежностей. Впрочем, любой из них должен иметь полный комплект разнообразнейшего инвентаря. Например, стеклянный медицинский шкаф с инструментами. Их лучше хранить по наборам в зависимости от недуга: один применяется при легочных, другой при сердечнососудистых, третий при желудочно-кишечных заболеваниях. Нужна специализированная мебель. Скажем, столики для фотолаборатории (они оборудуются откидными многосекционными ящиками для пленки разного формата), для процедурной (один для инструментов, другой для бариевой массы и прочих контрастных препаратов). И так далее. Нехватка «мелочей» может сорвать обследования, крайне необходимые для точного диагноза и эффективного лечения.

Среди «проблемок», досаждающих рентгенологии, есть на первый взгляд прямо-таки курьезные. Например: какой пол лучше? Да не подумает читатель, что будет обсуждаться вопрос о феминизации медицины (у нас 4/5 врачей — женщины). Речь идет о прекрасном, но коварном поле — паркетном. Зачем он в рентгеновских кабинетах, которые предназначены отнюдь не для танцев? Он никак не способствует поддержанию чистоты. Плитка намокает и ссыхается, в щели набивается грязь, которую оттуда не выскребешь. Линолеум куда гигиеничнее, к тому же дешевле, хотя и должен укладываться на деревянный настил. Среди разнообразных нынешних пластиков можно найти любые нетоксичные, не накапливающие электростатических зарядов, великолепно моющиеся. Тем не менее рентгеновские кабинеты продолжают украшаться паркетом, словно они не медицинские учреждения, а увеселительные заведения.

А каким должно быть освещение? Очевидно, в одних случаях сильным, в других слабым (для работы в полутьме). Процедурной нужны четыре его источника: один в том месте, где раздеваются пациенты, второй над кушеткой, третий на письменном столе, четвертый на потолке. Всюду — лампы по 15 ватт. Вопросы вроде бы простейшие из простых, выеденного яйца не стоят, но ими мало кто занимается так, как они того заслуживают. Решают их, как бог на душу положит, кто в лес, кто по дрова.

То же самое с цветом света. Иные считают, что он должен быть красным, который обеспечивает наилучшую адаптацию. Но тогда неминуемо быстрое утомление и снижение работоспособности. Зеленый лучше: он вызывает пусть не столь заметный, зато более устойчивый подъем активности, не раздражает, а, напротив, успокаивает нервную систему, обостряет зрительное восприятие. Синий, фиолетовый не годится из-за отрицательного психофизиологического воздействия.

Фартуки и перчатки из просвинцованной резины... Они должны быть эластичней, легче, удобней, чем существующие, и в то же время надежней защищать от облучения. Мелочи? Но они как соринки в глазу.

Важная задача — рационализировать движения исполнителя, который сам не всегда задумывается над тем, как их сделать наиболее целесообразными, экономными, быстрыми и точными. За смену он может совер-

шить их тысячи, смертельно устать, но так и не принести никакой пользы.

Представьте: обследуется желудок. Нужно ввести газово-контрастную массу. При четкой организации эта процедура отнимает две минуты. Лаборант протягивает руку к шкафу, где тотчас находит на определенных местах все нужные препараты в стеклянных баночках, чайную ложку и пачку нарезанных бумажных листков. Взяв бумажку с шипучей смесью, пациент высыпает порошок на язык, запивает глотком воды — и вся недолга.

А в жизни бывает не совсем так и даже совсем не так. Лаборант долго шарит в полумраке по полкам, пытаясь найти предметы, которые не были уложены в порядке. Отрывает врача от дел вопросами, тот отвечает, а время идет. Вдруг выясняется, что какой-то препарат запропастился невесть куда. Приходится идти за ним в соседнее клиническое отделение. Это не только лишнее хождение, но и потеря адаптации к темноте. По возвращении лаборант плохо ориентируется в кабинете, спотыкается, хватается не за те рукоятки, а время бежит неудержимо. Между тем у больного из желудка эвакуировалась вся контрастная масса, надо ее принимать еще раз. Все волнуются, раздражаются, ошибаются...

А если еще экран ползет кверху или книзу из-за того, что не сбалансирован противовесом, если он катится влево или вправо, потому что штатив перекошен, если изображения наслаиваются друг на друга, так как кассеты «проскакивают», если ширма может рухнуть при каждом движении, если... Хватит! Никаких «если» там, где речь идет о судьбе пациента. Иначе все эти «мелочи», суммируясь, уподобятся ложке дегтя в бочке меда. И пойдут насмарку огромные затраты государства на современную рентгеновскую технику, которая становится все дороже. Главное же, проиграет здравоохранение, не поднимется качество медицинской помощи населению.

Действительный член Академии медицинских наук СССР И. Давыдовский, лауреат Ленинской премии, сетовал, что 15—16 процентов диагнозов в клиниках оказываются неверными и, кроме того, 14 процентов — неточными. Такую пропорцию констатировали и зарубежные авторы. Не сказалось ли здесь отсутствие НОТ?

Правда, приведенные цифры несколько устарели: они взяты из книги «Хирургические ошибки» Н. Краковского

и Ю. Грицмана, выпущенной в 1967 году. Возможно, с тех пор положение вещей улучшилось.

Но как и тогда, остается в силе высказывание авторов об истоках таких погрешностей на примере собственных упущений: «Мы можем откровенно признаться в том, что многие из этих личных ошибок, конечно, можно было бы предупредить, если бы у нас в дни нашей молодости было больше теоретических знаний, практического опыта, а главное — умения организовать правильно свой труд».

Одним из обязательных элементов научной организации труда на современном этапе является комплексирование.

Возможности рентгенологии в диагностике различных заболеваний сегодня практически не ограничены. Вопрос только в том, целесообразно ли во всех без исключения случаях применять весь комплекс средств, которыми она располагает.

Можно быть патриотом своего метода, специальности, но это совсем не мешает оставаться честным человеком. Нельзя из метода делать панацею, как бы он ни был хорош, иначе он будет скомпрометирован. Каждый метод имеет свои возможности, пределы показания и противопоказания.

Нужно учитывать, что развивается не только рентгенология, но и другие дисциплины, другие методы исследования: лабораторные, биохимические, эндоскопические и пр., которые часто оказываются более простыми, дешевыми, менее обременительными для больного, а в ряде случаев более эффективными.

Сейчас разработано такое большое количество методов исследования, что, если их применить на одном пациенте, не выдержит не только больной, но даже самый здоровый человек. Недаром говорят: для того чтобы лечиться, нужно иметь крепкое здоровье.

Сегодня при обследовании больных уже невозможно придерживаться старого методологического принципа «от простого к сложному». С каждым годом все острее ставится вопрос необходимости выбора наиболее рационального, оптимального для данного случая комплекса диагностических средств, позволяющего идти к диагнозу кратчайшим путем с наименьшими затратами времени, материальных средств, духовных и физических сил больного.

Переоценка возможностей метода так же вредна, как и его недооценка. За излишнюю самоуверенность врача часто расплачивается больной. И рентгенолог, и терапевт, да и сам больной опасно заблуждаются, полагая, что раз при рентгенологическом исследовании ничего не найдено, значит, нет серьезного заболевания. Никак не простительно взваливать на рентгенолога непосильные задачи.

Мы сталкиваемся подчас с непреодолимыми трудностями в распознавании рака легкого. У больного сухой надсадный кашель, да еще прожилки крови в мокроте — признаки, характерные для рака легкого. В дополнение ко всему в мокроте обнаруживаются клетки, подозрительные на рак, а на рентгенограммах нет ничего.

Отчетливо представляя пределы возможностей рентгенологического метода, сегодня именно рентгенологи как никогда остро ставят вопрос о необходимости выработки оптимальных диагностических комплексов на основе четкой регламентации показаний и последовательности применяемых диагностических средств с учетом информативности каждого из методов и характера заболевания.

Комплексность — это один из основных методологических принципов современной диагностики. Причем под комплексностью подразумевается не параллельное и независимое использование различных методов. Комплексность — это четкая регламентация используемых методов с учетом их возможностей и особенностей течения болезни.

Давайте посмотрим, как срабатывает этот тезис в диагностике заболеваний желудка. Среди всех органов пищеварения, желудок — основной объект рентгенологического исследования. Причина этого в высоком удельном весе заболеваний желудка.

Желудок чутко реагирует на все изменения в организме. Больны ли у человека легкие, сердце или почки, первым делом пропадает аппетит, а нередко появляются боли в подложечной области. У человека тяжелая травма, обширный ожог, опухоль надпочечника или поджелудочной железы, а в желудке развивается язва с резким сопутствующим воспалением. Вот почему исследованию желудка придается столь серьезное внимание.

Больные очень серьезно относятся к исследованию желудка. Без рентгена слова и назначения лечащего

врача звучат неубедительно. И для этого есть серьезные основания, ибо диагностика желудочных заболеваний приобретает достоверность только после того, как рентгенологическое исследование обнаружило одно и исключило все прочие заболевания.

Вместе с тем было бы ошибкой любую боль в подложечной области рассматривать как проявление желудочного заболевания. Здесь находится поджелудочная железа, которая, воспаляясь, дает резкие боли. Здесь расположены регионарные лимфатические узлы, собирающие лимфу от всех органов брюшной полости и забрюшинного пространства, в эти узлы поступают не только пищеварительные соки, но также некоторые токсические вещества и даже болезнетворные микробы. Здесь же находится солнечное сплетение — самое мощное из всех нервных сплетений организма; оно болезненно реагирует на любой патологический процесс, в каком бы органе живота или забрюшинной области он ни находился.

Задача рентгенолога в этих случаях исключить первичное заболевание желудка, направить обследование больного по другому пути, чтобы найти основной недуг. К сожалению, задача не всегда оказывается легкой. Не обнаружив в желудке причины болей, рентгенолог нередко ставит себя и лечащего врача в затруднительное положение. Больного нужно лечить, а диагноза нет. Очень часто совершенно не опасные для жизни состояния (надо сказать, полностью еще не изученные) сопровождаются стойкими болями, которые на протяжении многих лет беспокоят больного, существенно не снижая общего самочувствия и работоспособности человека. В таких случаях лечащий врач и пациент, естественно, осаждают рентгенолога, требуя от него точного диагноза.

Иногда рентгенолог под давлением лечащего врача идет по пути наименьшего сопротивления. Обнаружив сомнительное утолщение складок слизистой оболочки, ставит безобидный, но удобный, так сказать, дежурный диагноз — гастрит, после чего все остаются довольны. Назначенное лечение нередко приносит больному облегчение, и это его тоже устраивает.

Ошибочная концепция, основанная на сомнительных, но однозначно расцененных рентгенологических данных, может повредить больному. Причем одинаково опасны

как недооценка, так и переоценка возможностей рентгенологического метода исследования. Представленная ниже история болезни в этом отношении весьма поучительна.

Мужчина 42 лет почувствовал неприятные ощущения в подложечной области, возникающие вскоре после еды. К врачу не обращался. Спустя три месяца в связи с оформлением санаторно-курортной карты проходил рентгенологическое исследование желудка: обнаружилось неравномерное утолщение складок слизистой оболочки.

Подобное состояние встречается довольно часто, в большинстве случаев оно протекает безобидно, одни его расценивают даже как вариант нормы, другие считают гастритом. Тем не менее рентгенологи знают, что за этой картиной банального гастрита может скрываться менее выраженное, но грозное заболевание — рак.

Рентгенолог знал, что рак желудка в начале своего развития дает скудную и нехарактерную картину. Нередко вокруг маленькой, еле заметной опухоли развивается выраженный отек и перестройка слизистой оболочки, маскирующие начинающийся процесс. Все это рентгенологи теперь знают и потому не спешат ставить диагноз гастрита, пока не убедятся, что за ним не скрывается что-то более опасное.

Если бы рентгенолог на основании полученной им формальной рентгенологической картины поставил диагноз безобидного гастрита, как это ни странно, все были бы довольны. Престиж рентгенологии был бы поддержан, поскольку не понадобилось кланяться каким-то там уточняющим методам исследования. Больной без задержки получал санаторно-курортную карту и через несколько дней грелся под южным солнцем у самого синего моря, избегая пряных, острых блюд, с удовольствием и благоговея перед всемогуществом медицины, кушал предписанные ему паровые котлеты, запивая минеральной водой, ежедневно принимал физиотерапевтические процедуры и был бы вполне счастлив.

К несчастью, события развивались именно так. Случилось, что больной не попал на гастроскопию. Может быть, он боялся глотать гастроскопическую трубку; может быть, расценил неуверенность рентгенолога как некомпетентность и обратился к профессору, которому положение арбитра не позволяет сомневаться; может

быть, пациент очень уж просил не срывать ему отдых, тем более что путевка, как это часто случается, была «горящей». Словом, обследование было свернуто, пациент получил санаторно-курортную карту и, сочетая полезное с приятным, хорошо отдохнул и «подлечился». Вернулся он окрепший и жизнерадостный, «гастрит» его больше не беспокоил. Ни сам больной, ни участковый врач, ни лечащие врачи санатория не знали, что у него развивается рак.

Спустя некоторое время снова начало побаливать под ложечкой. За работой не придавал этому значения. Прошло еще полгода. И вот однажды, будучи в командировке в другом городе, наш пациент почувствовал себя плохо, открылась кровавая рвота. Больной был доставлен «скорой помощью» в клинику, где при рентгенологическом исследовании установили несомненный рак желудка.

Последовала операция. Опухоль удалили, но шансы на благополучный исход неизмеримо уменьшились по сравнению с тем положением, в котором больной находился при первом обращении.

У нас как при пожаре, чем раньше обнаружена болезнь, тем больше шансов спасти больного. Но вот беда, чем чаще рентгенолог высказывает подозрение на рак, тем уязвимее его позиция, поскольку ранняя диагностика часто только лишь предположительна, а это означает, что в каком-то проценте случаев высказанное рентгенологом предположение не подтвердится. Коллеги могут приклеить такому рентгенологу ярлык гипердиагноста и перестраховщика. Да и самому неприятно ошибаться.

Представьте себе ситуацию. Вас вызывают в операционную. Открыта брюшная полость. Хирург укоризненно качает головой, еще и еще раз ощупывает желудок, пытаясь найти то, что видел рентгенолог. Но нет, стенка желудка вне подозрений. Пришлось сделать небольшое окно и заглянуть внутрь желудка, и опять ничего. Что это? Ошибка рентгенолога или особая форма начального рака? Удалять или не удалять желудок? Вопрос к рентгенологу: «Вы уверены, что у больного рак?»

Бедный рентгенолог! Как он может быть уверенным, если существуют формы рака с очень неубедительной картиной. И чем меньше размеры опухоли, тем труднее ее выявить. Честь и хвала рентгенологу хотя бы за то, что он заподозрил опухоль. Тут необходимы другие,

дополнительные методы исследования, рассеивающие сомнения до операции.

Еще несколько лет назад судьба рентгенологического диагноза решалась на операции так или примерно так, как это описано выше. Одного неподтвержденного случая было достаточно, чтобы репутация рентгенолога поколебалась. Естественно, что это в какой-то мере сдерживало рентгенологов высказывать подозрение на рак, ведь решался вопрос об удалении желудка.

В настоящее время на помощь рентгенологии пришел мощный союзник — эндоскопия. Благодаря изобретению волокнистой оптики эндоскопы стали тонкими и гибкими, что значительно облегчило проведение исследования. С помощью фиброскопа можно рассеять сомнения рентгенолога, осмотрев внутреннюю поверхность желудка или бронхов через оптику.

Современная эндоскопия в ряде случаев располагает даже бо́льшими возможностями, чем рентгенологическое исследование. В связи с этим одно время даже возникло мнение о целесообразности замены рентгенодиагностики на более дешевую и эффективную эндоскопию. Но этого не произошло.

Эндоскопия не может полностью заменить рентгенологию. Дело в том, что при некоторых заболеваниях эндоскопия не эффективна. Кроме того, результаты эндоскопии оказываются значительно выше в тех случаях, когда она проводится прицельно, когда ей предшествует рентгенологическое исследование, когда уже обнаружены какие-то изменения, требующие уточнения, детализации.

С появлением гибких гастроскопов с фиброоптикой рентгенологи получили право чаще сомневаться, чаще высказывать подозрение на рак, не опасаясь, что больного сразу же положат на операционный стол. Обоснованная гипердиагностика, можно сказать, стала обязательным условием диагностики рака. И благодаря этому удельный вес больных с ранними формами рака возрос, а соответственно и надежды на благополучные отдаленные результаты лечения значительно увеличились.

— Нужно ли такое копание в подноготной, самовыворачивание наизнанку в духе достоевщины?

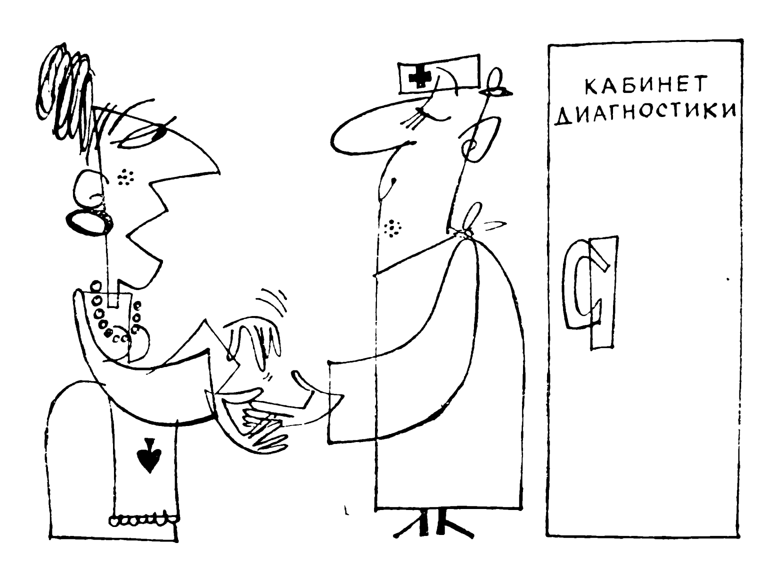
— «Только слабые духом, хвастливые болтуны и утомленные жизнью боятся открыто высказаться о своих ошибках, — писал выдающийся немецкий хирург XIX ве-

ка Т. Бильрот. — Кто чувствует в себе силу сделать лучше, тот не испытает страха перед сознанием своих ошибок».

— Судя по всему, вы тоже «чувствуете в себе силу сделать лучше»? Если да, то неужели одной лишь НОТ?

— Не только. Многое даст проникновение в тайны врачебного мышления. И здесь поможет именно «саморазоблачение» диагностов, благодаря которому приоткроется святая святых нашего мозга.

Однажды видному советскому рентгенологу С. Рейнбергу почтальон вручил пакет со снимками позвоночника 12-летней пациентки, лежавшей с диагнозом «туберкулез костей». Изучив негативы, профессор пришел к иному выводу: недуг у нее совсем другой — белокровие. В туберкулезный санаторий была тотчас отправлена телеграмма: мешкать в таких случаях нельзя, промедление смерти подобно. Врачи, лечившие девочку, изумились: анализ крови противоречил столь смелому заключению. Но более тщательные обследования проде-



монстрировали правоту московского врача, снискавшего мировой авторитет.

Снайперская диагностика, «бившая в десятку» через любые расстояния, порой даже через государственные

границы, не была редкостью в практике С. Рейнберга, ныне покойного (он умер в 1966 году). Это было еще в те времена, когда рентгенотелевидение оставалось мечтой.

Как-то в Москву пришли рентгенограммы из Афганистана. Знатная пациентка страдала от страшных болей в распухшем плече. В поисках облегчения она объездила многие страны. Светила английской и французской медицины предлагали ампутировать руку. Тогда отчаявшаяся женщина обратилась к советским специалистам. Профессор С. Рейнберг поставил заочный диагноз, который опять-таки оказался точным: злокачественная опухоль. И назначил рентгенотерапию. Мучительные боли утихли. Рука осталась цела.

В то же самое время не были редкими и случаи иного толка. Вот один из них, описанный в упоминавшейся выше книге «Хирургические ошибки». В 1962 году в одну из московских клиник поступил некто Л., у которого обнаружили рецидив язвенной болезни. Он был повторно оперирован, на сей раз с применением сшивающих аппаратов. Пациент выздоровел, выписался, уехал из столицы домой. Но вот беда: через несколько месяцев его сбила на улице автомашина. Подозревая переломы ребер, он обратился в поликлинику. Там, естественно, начали с рентгенограммы. Увидев на ней изображения танталовых скобок, женщина-врач заявила, что у него в животе забыто металлическое инородное тело. Встревоженный Л. срочно, самолетом, отправился в Москву и потребовал «ответа за халатность у людей в белых халатах». Недоразумение, конечно же, выяснилось незамедлительно.

Но тут возникает вопрос: как получилось, что в столь простом случае была допущена ошибка? Ведь общеизвестно. что танталовые скобки вообще не снимают с внутреннего шва специально (они безвредны для организма). Они дают весьма характерное изображение, по которому их трудно спутать с посторонними предметами, оставленными в организме по забывчивости.

Легче легкого обвинить рентгенолога в недостаточной компетентности. Не оправдывая его оплошность, вспомним, однако, как мешает ему порой отсутствие НОТ. Но сейчас речь о другом. Почему у одних «снайперский глаз», а у других, тоже весьма квалифицированных ме-

диков, к сожалению, нередко такая вот «куриная слепота»? И как от нее избавиться?

Очевидно, ответить поможет поучительный анализ всех и всяческих погрешностей при распознавании болезней. Увы, он ведется далеко не так широко и глубоко, как того хотелось бы, хотя ценность его не подлежит сомнению. Еще великий русский хирург Н. Пирогов делал свои диагностические ошибки не просто достоянием гласности, но даже предметом широкого обсуждения, видя в этом путь к их устранению в будущем, к самосовершенствованию и для себя и для коллег.

С другой стороны, важно изучать, как приходят к правильным суждениям корифеи диагностики, чья мысль бредет к свету сознания через те же, что и у остальных, темные лабиринты подсознания.

Знаменитый немецкий естествоиспытатель Г. Гельмгольц отмечал: «Мысль осеняет нас внезапно, без усилия, как вдохновение». Говоря, что процесс этот протекает бессознательно, крупный русский математик В. Стеклов подчеркивал, что формальная логика здесь участия не принимает, истины добываются не умозаключением, а интуицией. Они входят в сознание в виде готовых результатов: поначалу без какого-либо доказательства, а уж потом обосновываются соответствующей аргументацией.

Такая точка зрения долгое время оспаривалась. Утверждалось, что у гомо сапиенс, человека разумного, первостепенную роль должны играть именно логические умозаключения, как дедуктивные (от общего к частному), так и индуктивные (от частного к общему). Примеры первых можно найти в выводах врача, когда он, изучая рентгеновскую картину, сопоставляет ее с уже известными ему, относит к определенному классу и таким образом ставит диагноз. Примеры вторых — теоретические обобщения экспериментальных результатов, скажем, в той же медицине. Биологи, физики, химики опираются, как правило, на индукцию, а вот математики — на дедукцию, хотя, конечно, противопоставлять одну другой нельзя.

Но вот начались попытки моделировать мышление с помощью компьютеров. И они терпели фиаско. Электронный мозг с его логическим аппаратом, однако без интуиции, так и не сравнялся с человеческим в своих потенциях, хотя в чем-то и превзошел его (например,

в скорости вычислений). Да и у людей одни и те же знания (допустим, рентгенологические), которые в равной степени дает всем система образования, порождают, как мы убедились, неодинаковые успехи, скажем, в рентгенодиагностике.

Мало-помалу произошла переоценка ценностей. Откроем книгу «Мышление и творчество», выпущенную в 1976 году Госполитиздатом. Ее автор, киевский врач А. Лук, специалист по медицинской кибернетике, подчеркивает огромную роль, какую играет подсознание, интуиция. Процессы обработки информации нашим мозгом могут в тот или иной промежуток времени протекать так, что думающий человек не отдает себе в них отчета, хотя подчиняются они тем же законам, что и осознанное мышление. Однако, оговаривается А. Лук, многочисленные панегирики интуитивному, подсознательному началу затемняют один существенный момент: оно порождает как истинные, так и ложные выводы. Вот почему необходима их верификация, всесторонняя проверка логикой, практикой (например, теории — экспериментом).

Что же такое интуиция? «Инстинктом человеческого ума» называл ее великий Н. Лобачевский, русский «Коперник геометрии». Грубо говоря, это *чутье*, позволяющее нам узреть решения в готовом виде непосредственно, без их обоснования обычной логической процедурой. И еще: это *неосознанный опыт*, который вдруг всплывает в сознании благодаря «наитию», внезапному озарению (инсайту). К сожалению, трудно добавить что-либо более определенное. Ибо подсознание экспериментально почти не изучалось, хотя, несомненно, его можно исследовать объективными методами психологии и физиологии.

Впрочем, и сказанного достаточно, чтобы критически разобрать такое, например, суждение: «Эта способность не может приобретаться, а является прирожденным свойством исключительных людей, — считал тот же В. Стеклов, — но приходит она в действие... через посредство опыта». Великий математик не во всем прав. Нет людей, абсолютно лишенных интуиции, хотя, конечно, ею наделены все по-разному: одни больше, другие меньше. Способности неодинаковы, но они есть у каждого, свидетельствует советская педагогика, и задача

в том, чтобы выявлять их заблаговременно и развивать как можно полнее.

Если интуиция — неосознанный опыт, то, стало быть, ее возможности тем значительней, чем богаче этот багаж информации. А он пополняется обучением, воспитанием. Разумеется, подготовка специалиста тем эффективнее, чем лучше соответствует она требованию учить мыслить, поскольку совершенно недостаточно просто-напросто «нашпиговывать» память цифрами, фактами, цитатами, чужими идеями. И многие преподаватели развивают именно эту способность, создавая проблемные ситуации, когда каждый ученик должен самостоятельно сделать уже сделанное открытие или изобретение (естественно, с помощью педагога).

Надо сказать, решение таких учебных задач, как и настоящих проблем, имеет в принципе ту же психологическую структуру, что и самый сложный творческий акт. Обычно выделяют такие слагаемые. Первое — накопление знаний и навыков, которые необходимы, чтобы уяснить требуемое и поставить задачу. Четко сформулировать ее — это уже решить наполовину. Второе — сосредоточение усилий, поиск дополнительной информации. Если трудности все же не преодолеваются, наступает... Третье — переключение на другие занятия, как бы «бегство от проблемы», причем возможен переход от умственного труда к физическому или к отдыху. Подсознание продолжает работать, приближая решение, порой даже во время сна. Это инкубационный период. И вот...

Четвертое — озарение. Надо подчеркнуть, что оно не означает возникновение непременно гениальной идеи. Осенившая вас догадка может оказаться не ах какой необыкновенной; так чаще всего и бывает. Но какой бы она ни была, скромной или великой, она рождается скачкообразно, не вытекая из первоначальных посылок постепенно, то есть как бы минуя промежуточные этапы логических обоснований. Это как прыжок через пропасть вместо переползания по канатам (их ведь так и не удалось перекинуть на втором этапе).

Конечно, не всем дано преодолеть препятствие, которое по плечу сверхталантам, но все могут взять барьер тех или иных масштабов, перенесясь через него на крыльях интуиции. Что и делают весьма часто. Например, при разгадывании загадочной картинки. Здесь,

правда, разрыв логической последовательности ничтожен, но он есть.

Наконец, пятая, завершающая, стадия — верификация. Она необходима всем: и высокоодаренным, и менее способным, — ибо никто не застрахован от ошибок интуиции. Вспомним: к ложным выводам приходил даже великий Н. Пирогов. Впрочем, в его оправдание надо сказать, что у него на вооружении не было рентгенотехники, которая сделала массовой точную диагностику, доступную прежде только проницательнейшим умам. Но и такой виртуоз, как С. Рейнберг, не мог считать себя безгрешным, не мог не проверять свои заключения. Что уж говорить о специалистах с менее зорким глазом, с менее богатым опытом, осознанным и неосознанным.

Скороспелое суждение врача, будто оперированный Л. носит в себе инородное тело, забытое хирургами, рухнуло, как карточный домик. Но стоило ли больному лететь за этим срочно за тридевять земель? Нет, в эпоху развитой телефонии отрицательный результат легко было получить на месте. Разумеется, не пациенту, а врачу, в чьи обязанности входит всесторонняя верификация своих предположений.

Чем меньше скоропалительности и самонадеянности, чем больше самокритичности и взаимопроверки, тем ниже процент ошибок. Нельзя не согласиться с А. Луком: лучший диагност не тот, кто мгновенно определяет болезнь, а тот, кто при ее распознавании рассматривает наибольшее число вариантов, оставляя лишь самый вероятный.

Итак, нельзя недооценивать интуицию, но и переоценивать тоже. Она должна идти рука об руку с логикой. И конечно, нельзя забывать о верификации. Она должна венчать и скромные догадки, и великие гипотезы. Путь от фикции к факту, сколь бы многотрудным он ни был, медику необходим в еще большей степени, чем физику. Там, где речь идет о здоровье и жизни людей, не может быть недоработок, даже если они кажутся «мелочами». С недоделками недопустимо принимать даже дом, тем паче диагноз.

Здесь таится немало возможностей сделать диагностику еще надежней, чем прежде, и мы не вправе их упускать. Вскрыть эти неиспользованные резервы поможет дальнейшее совершенствование системы образова-

ния. Молодой специалист должен не только иметь знания, но уметь мыслить, а этому в школе, средней и высшей, покамест практически не учат.

Конечно, наука о мышлении сложилась не так давно, по существу, в наш век, хотя ее истоки уходят в глубины столетий. Ныне она идет вперед семимильными шагами, притом ускоренно, суля поистине революционный переворот в развитии человеческих способностей. Рано или поздно к уже освоенным ресурсам коры и подкорки, сознания и подсознания добавятся новые, которые еще предстоит разведать.

«Если бы мы умели заставить наш мозг работать хотя бы в половину его возможностей, то для нас никакого труда не составило бы выучить десятка четыре языков, запомнить «от корки до корки» Большую Советскую Энциклопедию, пройти курс десятка учебных заведений, — читаем у И. Ефремова, фантаста, который был не только писателем, но и крупным ученым, палеонтологом. — Человечество за многие тысячелетия своего существования еще не научилось учиться. Открытие секретов учения, преодоление мощных защитных систем психики, немедленно вступающих в действие при отсутствии интересов, при переутомлении однообразием, должно стать одной из главных возможностей общего подъема интеллектуального уровня здорового человека коммунистического будущего».

Задача грандиозная, но она уже поставлена. Если же есть ее формулировка, то, быть может, это уже половина решения.

— Не увлекайтесь, иначе вы еще больше отвлечетесь от рентгенодиагностики, от конкретных ее запросов уйдете к общим вопросам логики, интуиции и т. д., и т. п.

— К распознаванию болезней применимы все открытия науки о мышлении, которые были и будут сделаны. Если верно, что неиспользуемые резервы нашего мозга превышают 96 процентов его потенций, то это справедливо и по отношению к рентгенологам.

— И все же лучше вернуться к родным пенатам рентгенодиагностики. Читателя интересует не столько ее фантастическое завтра, сколько реальное сегодня: как сделать ее надежней?

— Пока что здесь больше вопросов, чем ответов.

Впрочем, анализ трудностей — шаг к их преодолению: формулировка проблем — часть их решения.

Что в воздухе я вижу пред собою?
Кинжал! Схвачу его за рукоять. —
А, ты не дался! Но тебя я вижу!
Иль ты, зловещий призрак, только взору,
А не руке доступен? Или ты
Лишь детище горячечного мозга,
Кинжал, измышленный воображеньем?
Но нет, я вижу, чувствую тебя,
Как тот, что мною обнажен...
Тупей ли зренье у меня иль лучше
Всех чувств, не знаю. Но тебя я вижу!

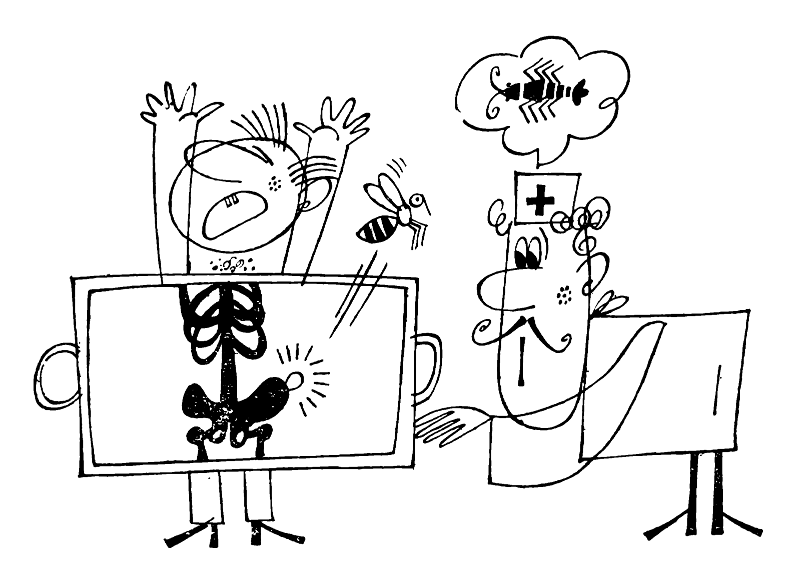
Эти строки из «Макбета» свидетельствуют, что еще сотни лет назад было отлично известно: смотреть и видеть — не одно и то же. Герой шекспировской трагедии, даже закрыв глаза, не избавился бы от своей галлюцинации.

Подобные болезненные представления возникают в сознании как след прежних, а не сиюминутных восприятий. Если такой сон наяву пригрезится в полумраке рентгеновского кабинета врачу, определяющему болезнь, то диагност, узревший не то, что есть на самом деле, может в отличие от Макбета зарезать без ножа, одним лишь словом своего приговора.

Понятно, почему рентгенология не вправе не интересоваться законами восприятия, хотя они относятся, казалось бы, к чуждой ей сфере — психологии. Чтобы изображения на экране или на снимке не искажались воображением, мало иметь острый глаз, зоркий ум, уметь видеть, что в них есть и чего нет. Помогает специальная дисциплина — скиалогия (от «скиа» — «тень», «логос» — «учение»).

Большинство из нас, верно, и не подозревает, сколь часто мы видим предметы не такими, каковы они в действительности. Их неправильное восприятие, иллюзия, явление нормальное, обусловленное естественными психофизиологическими свойствами системы «глаз — мозг». Но степень искажения зависит и от наших индивидуальных особенностей, от нашего душевного состояния в данный момент, от эмоциональной возбудимости, от того, насколько напряженно ожидаем мы что-то (принимая порой желаемое за действительное), от подверженности навязчивым идеям, от усталости.

Такая зависимость восприятия от этих и других факторов, от общего содержания нашей психической жизни, от наших знаний, опыта определяется как апперцепция. Иллюстрации, наглядно поясняющие термин, легко найти в литературе. Дон-Кихот, например, узрел в баранах и мельницах рыцарей-супостатов, а в тазике для бритья — великолепный шлем, достойный храброго идальго из Ламанчи. Не стоит, однако, думать, будто для столь оригинальной трактовки реального надо «свихнуться» за чтением куртуазных романов, на которых по-



мешался герой Сервантеса. В одной документальной повести о таежных изыскателях рассказано, как кто-то из них принял крохотного полосатого зверька — бурундука, спрятавшегося в зарослях на близком расстоянии, за тигра.

А ошибки в оценке форм и размеров? Если вы полагаете, что буква В на этой странице состоит из двух равновеликих половинок, верхней и нижней, то легко убедитесь в своем заблуждении, перевернув ее «вверх ногами». Дамские портные знают, что их клиентки в платьях с горизонтальными полосами будут казаться ниже и круглее, а с вертикальными — выше и худее.

Нарисуйте рядом одинаковые черные силуэты двух

человеческих лиц, повернутых друг к другу в профиль «носом к носу». Белое пространство между ними может восприниматься то как пустое место, то как ваза. В последнем случае два черных пятна около нее будут выглядеть уже не физиономиями, пустыми местами. Это знаменитый феномен «чередование фигуры и фона», подвергнутый изучению датским психологом Э. Рубином. Такие «перевертыши» (к ним относится и упоминавшийся выше куб Л. Неккера) занятно рассматривать в популярной книжке. Совсем не так забавно иметь с ними дело на экране или на снимке, когда они мешают распознать болезнь.

Подобные «оборотни» действительно наблюдаются рентгенологами. И вызывают разночтения при анализе одной и той же картины. Например, полостные образования в легких описывались одними как кольцевидные тени, другими — как округлые просветления.

Бывают и другие иллюзии. Из двух белых кружков более светлым кажется тот, что лежит на черном фоне, а из двух черных темнее тот, что на белом фоне. При остеомиелите омертвевший и отторгнутый кусочек кости, лежащий в прозрачной гнойной полости, выглядит более интенсивным, хотя минеральных солей может содержать столько же, сколько и окружающая его здоровая кость.

Как видно, фон, на котором расположены детали картины, влияет на их восприятие. Это свидетельствует о том, что информация, полученная какой-то площадочкой сетчатки, перерабатывается не изолированно, а в зависимости от сигналов, поступающих на соседние участки.

На первый взгляд глаза-то и водят нас за нос, но... «Наши чувства не обманывают нас — не потому, что они всегда правильно судят, а потому, что они вовсе не судят», — подметил еще И. Кант чуть ли не 200 лет назад. А за две тысячи лет до него Лукреций, древнеримский коллега немецкого философа, выразил ту же мысль не менее изящно тяжеловесным гекзаметром в своей поэме «О природе вещей»:

Наши глаза познавать не умеют природу предметов,
А потому не навязывай им заблужденье рассудка.

Да, глазами человек лишь смотрит, а видит мозгом. Как же протекает этот процесс? Еще недавно считали,

что проекции объектов на сетчатку поступают оттуда к анализаторам подкорки и коры по зрительным нервам, как по световодам — пучкам стеклянных волокон, способным передавать изображение в неизмененном виде. Однако верификация такого предположения выявила его несостоятельность.

Оказывается, глаза посылают в мозг иную информацию. Не готовый образ, а электрические импульсы, в которых он закодирован и которые там дешифруются. Есть соблазн сравнить это с телепередачей по кабелю, по которому распространяются видеосигналы. Но такая аналогия весьма приближенна, она лишь поверхностно описывает внешнюю сторону феномена, не проникая в его внутреннюю суть. А подлинный биофизический механизм его до сих пор не раскрыт. Несомненно одно: вызванные у нас под черепной крышкой возбуждения не являются прямой проекцией оптической картины с сетчатки в мозг.

Как бы там ни было, образы, возникающие в нашем сознании под воздействием нервных импульсов, создают довольно точное представление о рассматриваемом предмете. Конечно, субъективное, порой искаженное апперцепцией, но более или менее верное. Вспомнить хотя бы такой факт: на сетчатке, словно на пленке в фотокамере, объекты получаются перевернутыми. Но мозг расценивает их адекватно реальной действительности, как бы ставя с головы на ноги.

Зрительный аппарат в процессе эволюции приобрел удивительную способность конструктивного вйдения. С накоплением опыта иллюзорная, ошибочная информация корректируется, благодаря чему некоторое время спустя восприятие тех же предметов становится более правильным, чем поначалу. Это самосовершенствование необходимо каждому рентгенологу. Если он «набил глаз», то справляется с иллюзиями куда легче, нежели совсем еще зеленый молодой специалист.

Усвоить такие навыки, к сожалению, непросто. Рентгеновское изображение настолько необычно, что его трудно с чем-нибудь сравнить. Театр теней? Но там силуэты на экране имеют принципиально иную природу. По ним мы не в состоянии определить, каким непрозрачным объектом они образованы — двухмерным или трехмерным. Объемное тело, скажем, человека отбросит та-

кую же тень, как и плоская фигура, вырезанная по его контуру из картона.

Рентгеновская картина является трансмиссионной. То есть получена просвечиванием, которое делает наш организм как бы стеклянным. И она в себе суммирует многочисленные тени — следы различных анатомических структур, распределенных по всей толще нашего тела. По плоскому изображению на экране мы можем судить об объемной картине, о внутреннем строении объекта.

Конечно, для новичка это нелегкая задача. Он с трудом угадает даже хорошо известные органы. Неискушенный человек на рентгенограмме грудной клетки увидит разве только задние концы ребер: они более толстые и плотные. Лишь с опытом приходит способность различать едва заметный узор, образованный легочными сосудами, а затем и тонкие нюансы этой картины при ее усилении или ослаблении, связанном с тем или иным патологическим состоянием. Чем активней тренировка, тем быстрее вырабатывается такая зоркость.

С чего начинается умение видеть? С умения смотреть. Казалось бы, о чем тут говорить, если оно дано всем от природы? И все же нельзя не задуматься над его улучшением.

У любого из нас глаза «ощупывают» объект, перебегая от одной наиболее характерной его точки к другой. Так у всех, но у каждого на свой манер. У иных этот путь обхода не столь рационален, не так упорядочен, как того хотелось бы. И приводит к большей потере информации, к меньшей точности представлений о рассматриваемых объектах. Но эти движения управляемы, поскольку они произвольны, так что их можно организовать научно, по самой разумной схеме. Для этого надо определить ключевые точки и последовательность их фиксации, а затем упражнениями закрепить наиболее рациональный путь обхода. НОТ применительно к собственным глазам? Почему бы и нет, если она способна повысить эффективность рентгенодиагностики?

Советская рентгенология несет в себе глубокие традиции отечественной медицины. Ее отличительными чертами является клиницизм, функционализм и целостное понимание организма. Все эти принципы между собою тесно связаны, все они сводятся к тому, чтобы врач любой специальности, исследуя любой орган, всегда видел перед собой больного.

Смотрит ли рентгенолог легкие или изучает скелет, любую рентгенологическую картину, он должен увязывать с общим состоянием организма, с его конституцией, возрастом, полом, с показателями крови и других систем и, конечно же, с состоянием психики пациента. Исследуя желудок, нужно составить сначала представление об этом органе как о целостном образовании, о его положении, форме и размерах, состоянии рельефа внутренней поверхности и контурах, а потом уже давать характеристику локальных, то есть местных патологических изменений. Тот, кто отходит от этой методологической концепции, попадает в курьезные ситуации.

Много лет назад молодому рентгенологу было доверено исследование одного больного. Это был еще не старый, но довольно изнуренный болезнью человек, который жаловался на боли в подложечной области. Врач с энтузиазмом принялся за исследование желудка, будучи уверенным, что непременно найдет там опухоль. Он даже несколько разочаровался, не найдя ничего существенного. И только потом, вспомнив, что нарушил одну из основных заповедей рентгенолога, вернулся к грудной клетке и был немало обескуражен, обнаружив у больного тяжелую форму туберкулеза легких. А рентгенологу следовало знать, что больные туберкулезом часто страдают болями в подложечной области, и это ни в коей мере не должно вводить врача в заблуждение, уводя в сторону от диагноза.

Можно не видеть сам очаг поражения, который бывает сравнительно небольшим, но уже по тому, какое положение занимают ребра и как дышат легкие, как смещается диафрагма и как ведет себя средостение в разные фазы дыхания, можно сказать, чем страдает больной. Вот что значит правильный методологический подход: он определяет методику и технику исследования, а в конечном счете решает успех диагностики и лечения.

И все же одно дело смотреть, другое — видеть. Главное, конечно, выработать у себя особую форму видения, которой требует специфика рентгеновского изображения. А тут начинающих подстерегает масса подвохов.

Картина на экране или на снимке искажается не только иллюзиями, и не только наложение теней друг на друга мешает ее расшифровке. Одни и те же объекты могут выглядеть по-разному, а различные — одинаково. Вспомним: цилиндр, шар, конус в определенных

проекциях дают круглый силуэт, пирамида и куб — квадратный. Если просвечивается сферическое образование, в центре которого есть полость, тень получится кольцевидной, одинаковой и для туберкулезной каверны, и для опухоли с распадом.

Лучи от трубки идут разбегающимся снопом. Если объект расположен не в центре, а на периферии обследуемого поля, изображение вытягивается (если это шар, то вместо круга мы увидим овал). Меняются не только формы, но и размеры. Из двух равновеликих уплотнений в легочной ткани крупнее покажется то, которое ближе к источнику радиации.

Эти и им подобные «шумы» могут заглушить сигнал опасности или, напротив, вызвать ложную тревогу. Ясно, почему столь актуальна задача устранения всех и всяческих помех. Конечно же, она решается всеми и всяческими способами. Избежать ошибок помогает их тщательный анализ, который не прекращается и позволяет вносить все новые поправки.

Считается, например, что плотные очаги, вызванные хроническим процессом, дают на экране потемнение большей интенсивности, а острые воспалительные — меньшей. На самом деле это не так. Если они одного размера и положения, то и тень будет одинаковой. Ибо плотность всех мягких тканей и жидкостей в нашем организме приблизительно одна и та же (близка к единице). Зато чем крупнее патологическое образование, тем гуще тень.

Чтобы вернее оценивать формы, размеры, положение болезненных очагов, широко практикуется многопроекционность. Если пациента, стоящего лицом к экрану, поворачивать правым плечом вперед, все элементы, находящиеся сзади, смещаются вправо, а те, что спереди, — влево. Движения обеспечивают трехмерность восприятия, создавая правильные представления об изучаемом объекте. И это не единственный прием, который используется рентгенологами.

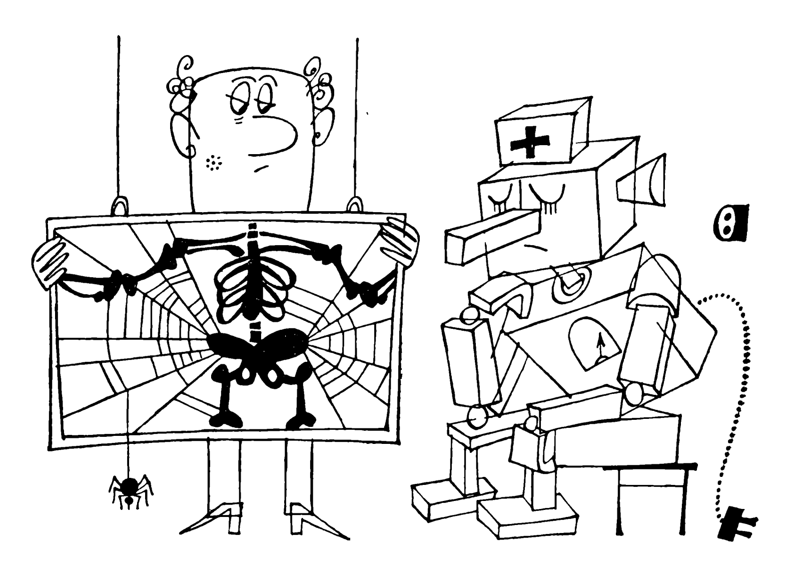
— Вот уж подлинно: мильон терзаний!

— Но и мильон дерзаний — попыток разрешить проблемы безошибочной диагностики.

— А нельзя ли привлечь на помощь электронный мозг, чтобы он подсобил человеческому анализировать изображение?

— Такие попытки тоже предпринимаются. Правда, успехи пока что скромные. И тем не менее многообещающие.

«Д-р Эшби полагает, что действительно можно создать машины более умные, чем их создатели, и я в этом с ним полностью согласен», — писал в 1953 году Н. Винер. Заявление отца кибернетики вдохновило ее энтузиастов во всем мире. Заговорили и о реальной возможности распознавать образы автоматически. Дескать, если удастся обучить компьютер отличать букву А в любом начертании от всех прочих, то почему нельзя научить его отличать собаку от кошки, несмотря на все разнообразие пород? Ну и, конечно, сердце от печени,



легкие от ребер на флюоресцирующем экране, а там уж рукой подать до машинной рентгенодиагностики...

Однако и скептики подняли голос. «Даже определение абсолютно точных и строгих правил узнавания буквы А во всех видах, встречающихся хотя бы в печатном тексте, — грандиозная задача», — напомнил американский математик У. Питтс и выразил сомнение, что ее вообще удастся когда-либо решить. А профессор М. Таубе (тоже США) в книге «Компьютеры и здравый смысл. Миф о думающих машинах» (1961 г.) высказался со

всей прямотой: «Энтузиастам вычислительных машин следует либо прекратить болтовню об этом, либо принять на себя серьезное обвинение в том, что они сочиняют научную фантастику с целью пощекотать читателям нервы в погоне за легкими деньгами и дешевой популярностью».

Что же получилось?

Еще в 1957 году родился «Марк-1». Так был назван перцептрон — автоматический зрительный анализатор, построенный Ф. Розенблаттом (США) и ставший первой из немногих технических моделей восприятия. В дальнейшем распознавание образов моделировалось преимущественно математически на цифровых электронно-вычислительных машинах. Появились компьютеры, которые анализировали снимки звездного неба и ядерных реакций.

В 60-х годах «узнающие» программы были составлены и успешно испытаны в СССР. Один из инициаторов этих работ, М. Бонгард, так комментировал результаты, полученные при его участии: «Пишущие о кибернетике любят заканчивать статью заклинанием: раз человек составил программу, значит, он передал ей часть своих знаний; посему-де машина никогда не будет умнее своего создателя. Про автомат, узнававший нефтеносность пластов, никак не скажешь, что программисты передали ему свои знания: ведь мы ничего не понимали в геологии! Откуда же программа получила все необходимые сведения? Только благодаря наблюдению и, если хотите, «творческому осмыслению» примеров, продемонстрированных при обучении. Становится понятной роль хороших «машинных педагогов». Благодаря им универсальная программа получила специализацию в геофизике. А могла приобрести ее в медицинской диагностике или в промышленной дефектоскопии».

Компьютеры нашли свое место и в рентгенологии. Они применяются при статистической обработке материалов клинико-рентгенологических исследований, с их помощью можно устанавливать взаимосвязь между признаками, выявляя таким образом причину и следствие; электронно-вычислительные машины уже ставят диагнозы. Наконец, предпринимаются настойчивые попытки применить ЭВМ для анализа флюорограмм, отбирать из огромного их количества те, которые заставляют подозревать болезнь. Такая предварительная сортировка

значительно облегчает работу врача: ему остается просмотреть лишь 0,01 первоначального количества снимков.

Результаты пока, честно говоря, довольно скромные. Но нельзя забывать, сколь нелегкое это дело — распознавание болезней методами рентгенодиагностики. Формализовать его для машины необычайно трудно: не обладая интуицией, она требует детальнейших инструкций, расписывающих каждый логический шаг.

Впрочем, работа продолжается, и небезуспешно. Появилось уже несколько диагностических алгоритмов. В их основе различные формы логики — детерминистская, вероятностная, эвристическая. Первая (ее название происходит от латинского «определенный») позволяет с самого начала отсечь явно негодные варианты. Круг возможных заболеваний резко сужается. Но какое же из них у пациента?

Начинается вероятностный анализ. Отбираются наиболее правдоподобные гипотезы. Получается целый ряд возможных недугов. Но какой именно у данного человека при данных симптомах? Прибегают к дополнительному, уточняющему обследованию. Оно снова сужает круг предположений, переводит диагностику опять на детерминистскую основу.

Есть еще эвристический алгоритм. Он сочетает элементы человеческого мышления и машинной формальной логики. Это, пожалуй, самый многообещающий принцип: роботово — роботу, а человеку — человеческое.

Машина механически перебирает все имеющееся в ее памяти множество признаков. Человеческое мышление более экономно. Врач оперирует, как правило, малым набором признаков, зато использует множество конъюнкций (соответствий, взаимосвязей между признаками). Перебирая многие комбинации признаков, он сразу же отбрасывает наименее вероятные варианты и сосредоточивается на наиболее вероятных. Здесь человек намного превосходит машину, хотя и страдает такими недостатками, как субъективизм, неполнота информации, отсутствие жесткой диагностической логики, широкая индивидуальная вариабельность...

В век ЭВМ мы по-новому начинаем смотреть на старый метод познания — аналогию. Метод аналогии, или метод поиска прецедента заключается в сравнении одного случая неизвестного класса с другим, известным, случаем.

На фоне могучих соперников — индукции и дедукции — аналогия всегда считалась чем-то вроде Золушки. К ней прибегали в тех случаях, когда личного или коллективного опыта недоставало. Да, если уж говорить честно и откровенно, познание от частного к частному не могло считаться полноценным в силу скромных возможностей человеческой памяти и мимолетности человеческой жизни. Не может опыт одного человека быть достаточным для того, чтобы в каждой конкретной ситуации, требующей принятия решения, удалось вспомнить подобный случай из своей практики. Вот почему неубедительно звучат слова доктора, пусть даже убеленного сединами: «А помните, у нас был подобный случай...» или «Я помню...»

Аналогией в теории познания называется умозаключение, в котором вывод делается на основании сходства между объектами без достаточного исследования всех условий. В медицине это означает диагностику по сходству некоторых признаков. А так как многие заболевания проявляются похожими сочетаниями признаков — синдромами, то бывают ошибки. Пользуясь аналогией, врач иногда выделяет сходство по некоторым формальным, несущественным признакам, не учитывая различия по признакам, которые, хотя и слабо выражены, или вообще не выявлены, но являются главными, отражающими сущность заболевания.

Иное дело ЭВМ. В память машины можно занести огромное количество наблюдений из практики. Проявления болезней многообразны, но это многообразие не бесконечно, оно лимитировано определенными вариантами, поддающимися учету и программированию.

Существование динамических стереотипов в деятельности головного мозга доказал великий русский физиолог И. Павлов, а затем канадский ученый Г. Селье блестяще подтвердил это примерами из области патогенеза заболеваний.

Если вариабельность проявлений болезней не беспредельна, при достаточном объеме памяти обязательно встретится точно такой же случай. Только человек на протяжении своей жизни не в состоянии накопить и помнить такое количество наблюдений, которое позволило бы ему на все случаи жизни найти в своей памяти точно такой же достоверно подтвержденный случай. А машина может.

Мышление рентгенолога на пути к диагнозу проходит по крайней мере четыре этапа. Первый — условно назовем скиалогическим, когда оценивается качество изображения, определяется изучаемый орган, проекция и методика исследования. Второй — семиотический, когда происходит поиск симптомов заболевания. Третий этап — синдромный. Из обнаруженных симптомов формируется модель синдрома, иначе говоря, модель неизвестной пока болезни, которую нужно отнести к определенному классу заболеваний. Четвертый этап нозологический, на котором наконец определяется, какому недугу отвечает данный комплекс признаков.

Давно было известно, что одна и та же болезнь может проявляться разными вариантами, именуемыми масками, то она походит на одно заболевание, то на другое, то на третье, словом, на все, что угодно, только не на самое себя, — поди тут разберись.

Диагностируя новый случай, врач, почти не задумываясь, примеряет его не ко всей абстрактной модели болезни рака, туберкулеза или ревматизма, а именно к тому варианту, который похож на его случай. И вот когда начались первые попытки использования ЭВМ для диагностики заболеваний, то на первых порах в память машины стали заносить усредненные модели заболеваний, сваливая в кучу все разнообразные проявления болезней, получалась своеобразная абракадабра.

Возьмем, к примеру, рак легкого. Одна его форма похожа на воспаление легких, другая на кисту. Смешай их вместе, получится какая-то кистопневмония, то есть нечто несуразное.

Машину обвиняли в неспособности поставить диагноз, а виновата не машина, а учитель, заложивший в нее неверную информацию. Попробовали разделить заболевание на несколько синдромов — дело пошло лучше. Вот, оказывается, в чем собака зарыта: мешал информационный шум.

Неудачи машинной диагностики и их осмысливание привели к формированию нового направления медицины — изучению и формированию синдромов в каждом заболевании. Оно оказалось очень плодотворным и одним из самых перспективных научных направлений современной клинической медицины. Для рентгенологии это означало переход от описательно-феноменологического уровня на более высокий корреляционный уровень.

...Пытаясь заглянуть в будущее, на 20 лет вперед, профессор Н. Амосов нарисовал такую картину. Человек обратился в поликлинику или больницу. Беседа с врачом. Всестороннее обследование с применением разнообразнейшей аппаратуры. Наряду с рентгеном — ультразвуковое зондирование. Никакой боли: ее снимает легкий электрический наркоз.

Диагностические машины сами записывают и расшифровывают кривые. Анализируя «быстрее мысли» огромные массивы информации, представляя врачу данные о состоянии всех основных органов. Распознавая болезни, советуют, как лучше исцелить пациента. Информационно-поисковая система выдает любые сведения незамедлительно.

В лечении господствуют два метода — химические и электрические (электромагнитные) воздействия.

Резюмируя, профессор Н. Амосов подчеркивает: «Все это будет возможно только при условии широкого применения кибернетических методов в медицине».

Трудно сказать, что будет с рентгенологией через 50—100 лет, так же как трудно сказать, что станет к этому времени со всей медициной.

Может быть, все решит биохимия, которая позволит регистрировать тончайшие сдвиги гомеостаза, характерные для каждого заболевания. Сейчас биохимия развивается бурными темпами, это очень перспективная область медицины.

Может быть, удастся регистрировать иммунные сдвиги в организме, специфичные для различных заболеваний. Не исключено, что, активно воздействуя на иммунитет, удастся предупреждать и излечивать различные болезни, включая злокачественные опухоли.

Может быть, тогда рентгенология вообще отомрет. И не будет проблем снижения лучевых нагрузок, исчезнет проблема подведения максимальной дозы к очагу поражения во время лучевой терапии, люди перестанут биться над тем, как повысить разрешающую способность рентгеновского изображения, отодвинется опасность «бюджетного взрыва» и т. д.

Но это в далеком будущем, а пока рентгенология развивается бурными темпами. Как ни дорого рентгеновское оборудование, больницы продолжают оснащаться все более совершенными и соответственно все более дорогими рентгеновскими аппаратами. Все это говорит

об огромной роли рентгенологии в современной медицине.

Рентгенология оказалась на гребне научно-технической революции потому, что она явилась благодатной почвой для использования в гуманных целях достижений самых передовых отраслей науки и техники: механики и оптики, теплотехники и электротехники, химии и ядерной физики, металловедения, кинематографии, радиотехники и телевидения. Темпы развития рентгенотехники сегодня явно опережают возможности реализации ее достижений в клинической практике. Вследствие несоответствия темпов роста возникла проблема интегрирования, стыковки рентгенологии с другими смежными дисциплинами.

Если процесс развития рентгенологии неразрывно связан с ее удорожанием, очевидно нужно подумать о том, как рациональнее ее использовать. Если мы не можем сделать рентгеновские аппараты дешевыми, то мы очевидно должны сделать все, для того чтобы рентгенологические исследования стали экономически более обоснованными.

В своем докладе на XXV съезде КПСС А. Косыгин так определил задачи здравоохранения в новой пятилетке: «...Повысить качество медицинского обслуживания, улучшить организацию труда врачей и среднего медицинского персонала, поднять эффективность работы лечебных учреждений». Таким образом, вопросы организационные сегодня выступают на передний план. Выполняя эти задачи, рентгенолог и лечащий врач вместе с экономистом должны сесть за один стол и подсчитать, когда, в какой конкретной ситуации без рентгенологического исследования обойтись нельзя, а когда его можно заменить простыми, дешевыми и эффективными средствами. Речь идет о разработке оптимальных диагностических комплексов применительно к различным типовым ситуациям.

Это трудно сделать в капиталистических странах. Если владелец частной клиники купил дорогой рентгеновский аппарат, он будет выкачивать из него прибыль, аппарат должен как можно быстрее окупиться и принести максимальный доход. Отсюда возникают необоснованные, с точки зрения клинических показаний, рентгенологические исследования. Так из пациентов выколачивают деньги. Это обстоятельство является нема-

ловажным среди причин роста числа рентгенологических исследований в капиталистических странах. Объем рентгенологических исследований в крупных клиниках Запада растет пропорционально удорожанию рентгеновской аппаратуры, увеличиваясь ежегодно примерно на 10 процентов и соответственно удваиваясь каждые 7 лет.

В нашем обществе, лишенном подобных противоречий, можно трезво и спокойно решать вопросы гармоничного сочетания потребностей клинической практики с достижениями рентгенологии, которую мы вправе называть жемчужиной XX века.

СОДЕРЖАНИЕ

ТАИНСТВЕННЫЕ НЕВИДИМКИ

ВОЗВРАЩЕНИЕ В РЕНТГЕНОВСКИЙ КАБИНЕТ

Власов П. В.

В58 Беседы о рентгеновских лучах. 2-е изд., М., «Молодая гвардия», 1979. 222 с. с ил. (Эврика).

В пер.: 60 к. 100 000 экз.

Казалось бы, рентгеновские лучи изучены и описаны столь полно, что о чем-то новом, интересном, тем более загадочном тут не может быть и речи. Но, как ни странно, они все еще остаются таинственными невидимками, хотя исследуются с 1895 года. В мире звезд и атомов, клеток и организмов — всюду есть место поискам, призванным решить вопросы, а то и головоломные уравнения со многими неизвестными, относящимися к рентгеновской радиации. Таков лейтмотив книги доктора медицинских наук П. Власова.

В $\frac{70302-017}{078(02)-79}$ 078—79. 4 111 000 000 535

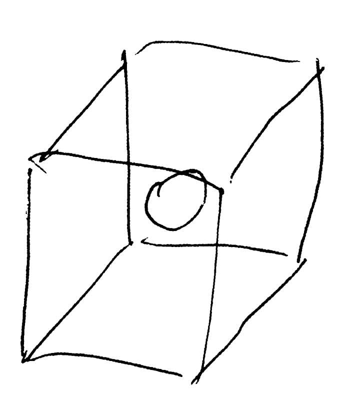
ИБ № 1481

Павел Васильевич Власов
БЕСЕДЫ О РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧАХ

Заведующий редакцией «Эврика» **Н. Лазарев**
Редактор **Л. Антонюк**
Младший редактор **Л. Дорогова**
Художник **Ю. Аратовский**
Художественный редактор **В. Неволин**
Технический редактор **Г. Прохорова**
Корректоры **А. Долидзе, Е. Самолетова**

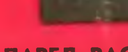
Подписано к печати с матриц 09.01.79. А02003. Формат 84×108 1/32. Бумага типографская № 1. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Условн. печ. л. 11,76. Уч.-изд. л. 12,3. Тираж 100 000 экз. Цена 60 коп. Т. П. 1979 г., № 78. Заказ 28.

Типография ордена Трудового Красного Знамени издательства ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия». Адрес издательства и типографии: 103030, Москва, К-30, Сущевская, 21.



60 коп.





ПАВЕЛ ВАСИЛЬЕВИЧ ВЛАСОВ

Видный столичный врач, известный рентгенолог Павел Васильевич Власов родился в далеком селе на юге Красноярского края. По окончании института работал на суровом Севере, в Норильске. Там Павел Васильевич лечил шахтеров, обследуя местное население, изъездил всю тундру.

Жадный до всего нового, он не переставал учиться: окончил ординатуру у профессора С. Рейнберга при Центральном институте усовершенствования врачей, затем аспирантуру у профессора Ю. Соколова. «Вечным студентом» оставался и потом, работая в институте медицинской радиологии АМН СССР, преподавая в 3-м Московском медицинском институте. Возглавляя ныне отдел рентгенодиагностики в Московском научно-исследовательском рентгенорадиологическом институте и выступая с лекциями перед врачами-практиками, доктор медицинских наук Власов не стесняется называть себя учеником. «Уча, учимся сами», — повторяет он древнюю латынь и пытается пробудить столь же неуемную жажду знаний у своих молодых коллег.

Автор нескольких монографий, Павел Васильевич в своих «Беседах о рентгеновских лучах» обращается к самой массовой аудитории. Первое издание этой книги, вышедшей в серии «Эврика», в 1977 году, получило широкий отклик читателей.



МОСКВА, 1979 МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ